



UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA

Faculdade de Medicina Veterinária

ESTUDO DO COMPORTAMENTO AGONÍSTICO EM JUVENIS
DE TRUTA

HELENA CASTANHINHA ROCHA

CONSTITUIÇÃO DO JÚRI

Doutor Fernando Manuel d'Almeida Bernando

Doutor Vítor Manuel Carvalho Almada

Doutora Ilda Maria Neto Gomes Rosa

Doutor Fernando Ribeiro Alves Afonso

ORIENTADOR

Doutor Vítor Manuel Carvalho Almada

CO-ORIENTADOR

Doutor Fernando Ribeiro Alves Afonso

2011

LISBOA



UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA

Faculdade de Medicina Veterinária

ESTUDO DO COMPORTAMENTO AGONÍSTICO EM JUVENIS DE
TRUTA

HELENA CASTANHINHA ROCHA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM MEDICINA VETERINÁRIA

CONSTITUIÇÃO DO JÚRI

Doutor Fernando Manuel d'Almeida Bernando

Doutor Vítor Manuel Carvalho Almada

Doutora Ilda Maria Neto Gomes Rosa

Doutor Fernando Ribeiro Alves Afonso

ORIENTADOR

Doutor Vítor Manuel Carvalho Almada

CO-ORIENTADOR

Doutor Fernando Ribeiro Alves Afonso

2011

LISBOA

***A MENTE QUE SE ABRE A UMA NOVA IDÉIA
JAMAIS VOLTARÁ AO SEU TAMANHO ORIGINAL.***

[Albert Einstein]

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Doutor Vitor Almada, orientador científico desta dissertação, agradeço o compromisso assumido, o inestimável empenho e espírito crítico que, aliados à sua bondade e assertividade confirmaram que a *Simplicidade é apanágio dos Grandes*;

Ao Professor Doutor Fernando Afonso pela oportunidade, os desafios lançados e o apoio formal e informal, que disponibilizou durante todo o processo;

À Sofia, companheira de desabafos e alegrias, pela companhia e apoio sempre demonstrados;

À Andrea, pelas conversas, partilha de emoções e por acreditar em mim;

À Sara, pelas ideias partilhadas e disponibilidade que diariamente reforçam a nossa amizade;

Ao Edson, à Janice e à Susana, pelos sorrisos, as lutas e todos os momentos partilhados durante este percurso;

À Laura, ao Tiago e à Lia, pela descoberta de novas amizades, vivências e opiniões;

Ao Sérgio, pela descoberta, apoio e, por tudo o que está inerente a uma vida nova;

Ao Gonçalo e Lourenço, meus irmãos, por iluminarem a minha vida;

À Ávó (de Lanheses), pelo amor, alegria, atenção sem reservas e, por toda a confiança que sempre demonstrou ter em mim;

À minha Mãe, pelo seu exemplo, partilha, aconselhamento e aconchego... sem ela nada seria possível pelo que é a ela que dedico este trabalho...

...Obrigada

RESUMO

Neste estudo, são descritos padrões de comportamento agonístico e utilização do espaço em grupos mistos e monoespecíficos de juvenis *Oncorhynchus mykiss* (truta arco-íris) e *Salmo trutta fario* (truta fário). Tendo como objectivo a comparação dos níveis de agressão e utilização do espaço em grupos mistos e monoespecíficos, um grupo de 60 juvenis (30 de cada espécie) nascidos na Primavera de 2008 e criados em cativeiro, foram mantidos em dois tanques de 800l na Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Técnica de Lisboa. Os tanques foram expostos a 10 horas de luz diárias, a temperatura ambiente mantida a 14° C e actividade agonística estudada de Novembro de 2008 a Março de 2009 em cada um de quatro aquários de 90l. Cada aquário foi equipado com um filtro biológico, duas pedras difusoras de ar, cinco esconderijos (quatro pedras planas adjacentes às paredes do aquário com área de 17cm² e um tubo com 15cm de comprimento e 5cm de diâmetro) e o fundo coberto por uma camada de areia. A análise dos comportamentos foi efectuada através do método de amostragem focal após a alimentação dos grupos mistos (dois juvenis de *O. mykiss* e dois de *S. trutta fario*) ou dos grupos monoespecíficos (quatro juvenis da mesma espécie) em cada aquário.

Os resultados iniciais dos grupos mistos apresentaram menor intensidade da actividade da truta fário e confirmaram uma maior preferência para se esconder e se manter em quadrantes inferiores do aquário (80,8%). Qualitativamente, observámos diversos comportamentos agressivos de ataque como a investida, a mordedura ou a perseguição e alguns comportamentos de subordinação como a fuga. Em grupos mistos, a truta fário adoptou maioritariamente pelo comportamento de fuga (48,2%) enquanto que a truta arco-íris manifestou principalmente o de mordedura (43,5%). Contudo, nos grupos monoespecíficos, o comportamento principal foi comum a ambas as espécies consistindo em investida e perseguição. As observações evidenciam a truta arco-íris como a espécie mais dominante e activa, o que pode justificar a sua maior voracidade e exigência energética. Por outro lado, a truta fário apresentou padrões de comportamento que podem justificar a sua maior capacidade de sobrevivência nos rios Portugueses quando comparada com a truta arco-íris, nomeadamente a maior utilização de esconderijos para evitar o confronto com outras espécies e a permanência em águas mais baixas, podem contribuir para resistir às fortes correntes superficiais do seu *habitat* natural.

Palavras-chave: comportamento, truta, agressividade, *stress*

ABSTRACT

In this study patterns of agonistic behaviour and use of space are described in mixed and monospecific groups of juvenile *Oncorhynchus mykiss* (Rainbow trout) and *Salmo trutta fario* (Brown trout).

Having in mind the objective of comparing aggression levels and use of space in mixed and monospecific groups, a group of 60 juveniles (30 Rainbow trout and 30 Brown trout), born in the spring of 2008 and bred in captivity, were kept in two tanks (800l) at the Faculdade de Medicina Veterinária (Universidade Técnica de Lisboa). The tanks were exposed to light 10 hours per day, the environmental temperature kept at 14°C and agonistic behaviour activity studied from November 2008 to March 2009 in each of the aquarium tanks (90l). Each of the observation aquaria was equipped with one biological filter, two air diffuser stones, five hiding places (four flat stones adjacent to the aquarium walls with 17cm² area and one tube 15cm long and 5cm diameter) and the bottom covered by a layer of sand. Behavioural descriptions were made using focal observations after feeding mixed groups (two juvenile Rainbow trout and two Brown trout) or monospecific groups (4 juvenile of the same species) in each of the aquaria.

Initial results of mixed groups showed a lower intensity of activity among Brown trout and confirm their higher preference to hide and stay in lower quadrants of the aquarium (80.8%), in comparison to Rainbow trout. Qualitatively we have observed several agonistic behaviours like charge, butting or serpentine and some reactive behaviour like fleeing. Among these agonistic behaviours, in mixed groups, Brown trout showed mainly fleeing behaviour (48.2%), while Rainbow trout showed mainly butting behaviour (43.5%). And, in monospecific groups, the major behaviour was common to both species and consisted of butting and chase.

Observations indicate that Rainbow trout is a more dominant and active species that could justify its higher voracity and possibly higher energy requirements. On the other hand, Brown trout presented behaviour patterns that may justify its ability to survive in Portuguese rivers when compared to the Rainbow trout, such as hiding to avoid confrontation with other species and staying in lower waters, that may contribute to withhold the strong and fast superficial currents in the natural river habitat.

Key words: behavior, trout, aggression, stress

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	I
RESUMO	III
ABSTRACT	IV
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABELAS	X
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XI
LISTA DE ABREVIATURAS	XII
BREVE DESCRIÇÃO DAS ACTIVIDADES DESENVOLVIDAS DURANTE O ESTÁGIO CURRICULAR	1
ENQUADRAMENTO DO PRESENTE ESTUDO	2
1. Panorama Mundial da aquacultura	2
2. Importância do estudo do comportamento na aquacultura	4
2.1. Comportamento agonístico na produção da tilápia-do-Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>)	4
2.2. Comportamento agonístico na produção do Trairão (<i>Hoplias lacerdae</i>)	6
3. Comportamento agonístico	6
3.1. Alterações hormonais associadas ao comportamento agonístico	8
3.2. Taxa de crescimento e o comportamento agonístico	9
3.3. Canibalismo	11
3.4. Alterações comportamentais associadas aos repovoamentos	12
3.5. Variação individual dos comportamentos agonísticos	13
3.6. Interação social após exposição a contaminantes	15
4. <i>Stress</i> e bem-estar	16
4.1. Tipos de resposta ao <i>stress</i>	16
4.2. Comportamento agonístico como causador de <i>stress</i>	17
4.3. Comportamento e bem-estar em peixes	18
4.4. Bem-estar em aquacultura	19
5. Caracterização das Espécies utilizadas	20
5.1. truta arco-íris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	20

5.2.	truta fário (<i>Salmo trutta</i>)	27
DESENVOLVIMENTO EXPERIMENTAL		33
1.	Desenho experimental	33
1.1.	Objectivos	33
1.2.	Hipóteses experimentais	34
2.	Material e métodos	34
2.1.	População de estudo	34
2.2.	Requisitos, procedimentos	35
2.3.	Método de observação	37
2.4.	Considerações metodológicas	37
2.4.1.	Ocupação Espacial	41
2.4.2.	Interacção Social	41
2.5.	Análise estatística	42
3.	Apresentação de resultados	42
3.1.	Interacção social de juvenis de truta fário e truta arco-íris em grupos uniformes e em grupos mistos	42
3.1.1.	Aspectos gerais do comportamento relacional observado em grupos uniformes e mistos	43
3.1.2.	Comportamento agressivo de ataque em grupos uniformes e mistos	44
3.1.3.	Comportamento de subordinação em grupos uniformes e mistos	46
3.1.4.	Comportamentos intra e interespecíficos em grupos uniformes e mistos	47
3.2.	Ocupação espacial de juvenis de truta fário e truta arco-íris quando em grupos uniformes e mistos	51
3.2.1.	Aspectos Gerais da distribuição por quadrantes em grupos uniformes e mistos	51
3.2.2.	Ocupação de espaço livre	53
3.2.3.	Ocupação de esconderijos	54
3.2.4.	Ocupação relativa de esconderijos e espaço livre	56
4.	Discussão	58
	Interacção social	58
	Ocupação espacial	60
5.	Conclusões	62
BIBLIOGRAFIA		65
ANEXOS		74
1.	Estudo do comportamento agonístico em juvenis de truta	75
2.	Aquaculture Europe 2009, Trondheim, Norway	88
3.	Truticabril, Castelo de Paiva, Aveiro	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Médias per capita de consumo de peixe em peso vivo equivalente (2003-2005).	2
Figura 2 - Jaulas marinhas flutuantes, Chipre.	3
Figura 3 – Denominações comerciais de <i>O. mykiss</i>	21
Figura 4 – Juvenil <i>O. mykiss</i>	21
Figura 5 – Macho adulto de truta arco-íris	22
Figura 6 – Alevim vesiculado	26
Figura 7 – Canais do centro aquícola de Manteigas, Serra da Estrela.	27
Figura 8 – Canais da truticultura de trutas Aco-íris da Madeira	27
Figura 9 – Juvenil <i>S. trutta fario</i>	28
Figura 10 - Adulto <i>S. trutta fario</i>	28
Figura 11 - Ciclo reprodutivo <i>S. trutta</i> em natureza, adaptado de <i>Trout life Cycle</i> , CAEP.	31
Figura 12 – Tanques de juvenis, Manteigas, Serra da Estrela.	34
Figura 13 – Tanque de 800 l preparado para a recepção dos juvenis de truta.	35
Figura 14 – Aspecto global da bancada com 3 dos 4 aquários de 90 l que foram utilizados para a realização dos ensaios.	35
Figura 15 – Aspecto definitivo de aquário de 90 l vazio com os 6 quadrantes definidos e preparado para a realização dos ensaios.	37
Figura 16 – Ilustração dos comportamentos agressivos de ataque observados durante o estudo, adaptado de Robalo et al (2003).	38
Figura 17 – TPL criado para se efectuar o registo diário das posições e comportamentos dos juvenis observados.	39
Figura 18 – Juvenil <i>O. mykiss</i> entre os quadrantes	40
Figuras 19, 20 e 21 – Utilização de Q1 como esconderijo alternativo.	57
Figuras 22, 23, 24 e 25 – Truticultura de Manteigas, Serra da Estrela. Tanques correspondentes a juvenis de trutas <i>O. mykiss</i> e <i>S. trutta fario</i> alternadamente.	75
Figura 26 – Truticultura de Manteigas, Serra da Estrela. Coluna de água entre tanques.	75
Figura 27 – Truticultura de Manteigas, Serra da Estrela. Tanque de reprodutores machos.	75
Figura 28 – Truticultura de Manteigas, Serra da Estrela. Tanques de reprodutores fêmeas.	76
Figura 29 – Truticultura de Manteigas, Serra da Estrela. Tanques de reprodutores machos.	76
Figuras 30 e 31 - Truticultura de Manteigas, Serra da Estrela. Tanque de trutas albinas.	76

Figuras 32 e 33 – Truticultura de Manteigas, Serra da Estrela. Tanque de adultos <i>O. mykiss</i> disponível para clientes de modo a poderem escolher e adquirir trutas para consumo doméstico.	76
Figuras 34 e 35 - Truticultura de Manteigas, Serra da Estrela. Corredores para colocação de juvenis e separação por espécies após encomenda.	77
Figura 36 – Truticultura de Manteigas, Serra da Estrela. Juvenis <i>O. mykiss</i> no corredor de colocação de reserva após encomenda.	77
Figura 37 – Garrafa de oxigénio utilizada para garantir as condições de transporte.	77
Figuras 38 e 39 – Sacos com água e cinco juvenis após oxigenação para transporte.	77
Figura 40 – Boxes utilizadas para transporte dos sacos com juvenis de trutas.	78
Figura 41 – Box com água e sacos de juvenis <i>S. trutta fario</i> para transporte.	78
Figura 42 – Truticultura de Manteigas, Serra da Estrela. Condições de armazenamento da ração comercial utilizada.	78
Figura 43 – Truticultura de Manteigas, Serra da Estrela. Auto-alimentador presente nos tanques de juvenis.	78
Figura 44 – UTL - FMV, tanque de 800l para manutenção de juvenis de uma espécie (<i>S. trutta fario</i>).	78
Figura 45 – UTL - FMV, bomba submergível com circulação de água de 100l/minuto com filtro biológico e físico.	78
Figura 46 – Filtro físico utilizado nos tanques de 800l.	79
Figura 47 – Juvenis <i>O.mykiss</i> em tanque de 800l.	79
Figuras 48 – 1ª tentativa de contenção dos juvenis em tanques de 800l com utilização de rede fina losangular.	79
Figura 49 - 2ª tentativa de contenção dos juvenis em tanques de 800l com rede quadrangular e traves.	79
Figura 50 – Resultado final da contenção dos juvenis. Tanque com rede e quadro de madeira.	79
Figura 51 – Redes utilizadas para manejo dos juvenis.	79
Figura 52 – Termómetro com ventosa e pedra difusora de ar.	80
Figura 53 – Tiras reagentes (PH, NO2, NO3 GH e KH) para controlo da qualidade de água.	80
Figura 54 – Kit de medição de O2 para controlo da qualidade de água.	80
Figuras 55 e 56 – Preparação dos quatro aquários para as observações de comportamento.	80
Figura 57 – Aquário organizado em seis quadrantes (Q1-Q6), com seis indivíduos e seis esconderijos (tubos) na fase de observações livres.	80

Figura 58 – Pormenor de quadrante Q6 com juvenis de truta <i>O.mykiss</i> .	80
Figuras 59 – Quadrantes Q4 e Q6 com juvenis de truta, <i>S. trutta fario</i> .	81
Figura 60 – Quadrantes Q4 e Q6 com juvenis de truta, nomeadamente <i>S. trutta fario</i> e <i>O. mykiss</i> .	81
Figuras 61 – Juvenil <i>O. mykiss</i> em aquário de quarentena com lesões no lábio superior e barbatana dorsal.	81
Figura 62 – Juvenil <i>O. mykiss</i> em aquário de quarentena com lesões no lábio superior e barbatana caudal.	81
Figuras 63 e 64 – Lesões em barbatanas caudal, anal e dorsais devido a comportamentos agressivos de ataque verificados na fase de observações livres.	81
Figura 65 - Aquário organizado em seis quadrantes (Q1-Q6) após diminuição da densidade populacional para quatro indivíduos e alteração dos esconderijos (quatro placas de marmore e um tubo), para a fase de observações finais.	82
Figura 66 – Juvenil <i>S. trutta</i> .	82
Figuras 67 – Juvenil <i>O.mykiss</i> .	82
Figuras 68 e 69 – Observação de comportamentos em aquários de grupos uniformes após alimentação de juvenis <i>S. trutta fario</i> .	82
Figuras 70, 71, 72 e 73 – Observação de comportamentos em aquários de grupos uniformes após alimentação de juvenis <i>O. mykiss</i> .	83
Figuras 74, 75, 76 e 77 – Observação de aquários com indivíduos dominantes em espaço livre (grupos mistos).	83
Figura 78 – Aquário com truta <i>S.trutta</i> dominante.	84
Figura 79 – Aquário com truta <i>O. mykiss</i> dominante.	84
Figuras 80, 81, 82, 83, 84 e 85 – Observações de comportamentos agonísticos idênticos em grupos diferentes. Nomeadamente, comportamentos de ameaça (Fig. 80, 81, 82 e 85), perseguição (Fig.84) e toque (Fig. 83).	84
Figura 86, 87, 88, 89, 90 e 91 – Observações da utilização dos esconderijos. Nomeadamente o tubo (Fig.86), a PE (Fig.87, 88 e 89) e a PD (Fig.90 e 91).	85
Figura 92 – Template criado para registo de posições das trutas antes/após alimentação e antes/após cada período de observações de 10min.	87
Figura 93 – Poster apresentado com o título: “Agonistic behavior studies of juvenile <i>Oncorhynchus mykiss</i> (Rainbow trout) and <i>Salmo trutta fario</i> (Brown trout)”.	88
Figuras 94, 95 e 96 – Tanques de juvenis de truta <i>O.mykiss</i> em fase de engorda.	89
Figura 97 – Aquário de peixes tropicais.	90

Figura 98 – Aquário de Axolote ou Axolotle (<i>Ambystoma mexicanum</i>).	90
Figura 99 – Refratômetro utilizado para medir a salinidade	90
Figura 100 – Aquário de quarentena onde se encontram várias espécies como as “cenouras-do-mar” e os “ouriços-do-mar”.	90
Figura 101 e Tanques de quarentena para peixes.	91
Figura 102 – Tanques de quarentena para peixes	91

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Intervalos de valores das análises efectuadas à água dos tanques (200 l) e dos aquários (90 l) durante o estudo.	36
Tabela 2 – Lista das datas dos quatro ensaios efectuados e do tipo de grupo utilizado em cada um.	39
Tabela 3 – Ordem inicial pela qual os indivíduos de cada grupo foram observados.	40
Tabela 4 - Somatório do número de comportamentos relacionais observados nos diferentes ensaios para as duas espécies de juvenis de truta.	43
Tabela 5 – Somatório dos tipos de comportamentos agressivos de ataque observados nos diferentes ensaios com origem nos juvenis das duas espécies de truta consideradas.	45
Tabela 6 – Somatório do número de comportamentos de subordinação observados nos diferentes ensaios para as duas espécies de truta.	46
Tabela 7 – Somatório do número de interações intra e interespecíficas registadas de acordo com o tipo de comportamento observado em grupos mistos.	47
Tabela 8 – Somatório do número de interações intra e interespecíficas registadas de acordo com o tipo de comportamento agressivo de ataque observado em grupos mistos	48
Tabela 9 – Somatório do número de interações intra e interespecíficas registadas de acordo com o tipo de comportamento de subordinação observado em grupos mistos	48
Tabela 10 - Distribuição das 3840 localizações observadas ao longo dos 4 ensaios realizados de acordo com a espécie e com o tipo de grupo considerado.	52
Tabela 11 - Distribuição das localizações observadas em espaço livre de acordo com a espécie e com o tipo de grupo considerado.	53
Tabela 12 - Distribuição das localizações observadas em esconderijos de acordo com a espécie e com o tipo de grupo considerado.	54

Tabela 13 – Somatório de localizações verificadas de acordo com o tipo de grupo observado.	56
Tabela 14 – Somatório de localizações verificadas considerando Q1 como esconderijo.	57

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Média dos valores verificados nas análises bissemanais efectuadas durante o estudo, à água dos tanques e aquários, para as características de pH, O ₂ , T, NO ₂ , NO ₃ , GH e KH.	36
Gráfico 2 – Aspecto geral do comportamento da truta fário e da truta arco-íris em grupos uniformes e mistos	44
Gráfico 3 – Distribuição dos tipos de comportamento agressivo de ataque observado em juvenis de truta fário e truta arco-íris de acordo com os subgrupos considerados.	45
Gráfico 4 – Distribuição dos tipos de comportamento de subordinação observado em juvenis de truta fário e truta arco-íris de acordo com os subgrupos considerados.	46
Gráfico 5 – Distribuição do tipo de comportamento observado em grupos mistos de acordo com a orientação das interacções intra e interespecíficas registadas	47
Gráfico 6 – Interacção AIxAI grupo uniforme (tabelas 5 e 6).	49
Gráfico 7 – Interacção AIxAI grupo misto (tabelas 8 e 9).	49
Gráfico 8 – Interacção AIxFA grupo misto (tabelas 7 e 8)	49
Gráfico 9 – Interacção FxAxFA grupo uniforme (tabelas 4 e 5).	50
Gráfico 10 – Interacção FxAxFA grupo misto (tabelas 7 e 8).	50
Gráfico 11 – Interacção FxAxAI grupo misto (tabelas 7 e 8)	51
Gráfico 12 – Distribuição das espécies observadas por quadrantes de acordo com o tipo de grupo considerado.	52
Gráfico 13 – Ocupação do espaço livre por quadrantes tendo em conta o grupo observado.	53
Gráfico 14 – Ocupação global do espaço livre (Q1-Q6) de acordo com o grupo observado.	54
Gráfico 15 – Ocupação dos esconderijos por quadrantes tendo em conta o grupo observado.	55
Gráfico 16 – Ocupação global dos esconderijos (PD+PE+P1+P2+ T0) de acordo com o grupo observado.	55
Gráfico 17 – Ocupação relativa do espaço tendo em conta a espécie e o grupo observado.	56
Gráfico 18 – Ocupação relativa do espaço considerando Q1 como esconderijo.	58

LISTA DE ABREVIATURAS

AI – Juvenis de trutas arco-íris

FA – Juvenis de trutas fário

FMV – Faculdade de Medicina Veterinária

GH (Dureza geral da água) – Quantidade de iões metálicos (essencialmente Ca^{2+} , Mg^{2+}) presentes na forma de hidróxidos, carbonatos, bicarbonatos, cloratos, sulfatos, fosfatos, etc. Quando menor for a dureza da água maior vai ser o esforço efectuado para a osmorregulação

MIMV – Mestrado integrado em Medicina Veterinária

NH₃ (Amónia) – Quando detectada, indica que o filtro biológico não está a ser eficiente pois normalmente, existem nitrobactérias que são responsáveis pela conversão de amónia em nitritos

NO₂⁻ (Nitrito) – Formado na presença de oxigénio e pela acção de bactérias (nitrobactérias) que oxidam a amónia formando um composto menos tóxico e muito volátil. A ausência de nitritos reflete a eficácia da “ciclagem” do aquário uma vez que, normalmente, são convertidos de forma eficiente em nitratos

NO₃⁻ (Nitrato) – Aumentam com o tempo devido ao ciclo do azoto e têm de ser removidos periodicamente, por exemplo, através de mudanças parciais de água

NH₄⁺ (Amoníaco) – A amónia (NH₃) muda continuamente para amoníaco (NH₄⁺) e vice-versa, com as concentrações relativas de cada um dependendo da temperatura da água e do pH. Contudo, quando comparado com o efeito tóxico da amónia, o amoníaco é considerado relativamente inofensivo.

O₂ – Oxigénio

PE e PD – Pedras encostadas respectivamente à parede esquerda e direita dos aquários de 90l

pH – Potencial de hidrogénio iónico (do latim *pondus hydrogenii*); índice que indica a acidez, neutralidade ou alcalinidade de um meio

P1 e P2 – Pedras encostadas à parede posterior dos aquários de 90l

Q1 a Q6 – Quadrantes 1 a 6 dos aquários de 90l

T – Temperatura

T0 – Tubo que se encontra no Q4 dos aquários de 90l

TPL – Template

UTL – Universidade Técnica de Lisboa

°C – Grau Célsius

% – Percentagem

BREVE DESCRIÇÃO DAS ACTIVIDADES DESENVOLVIDAS DURANTE O ESTÁGIO CURRICULAR

A presente dissertação resultou de um estudo efectuado no âmbito do estágio curricular do Mestrado Integrado em Medicina Veterinária e realizado na Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Técnica de Lisboa. O referido estágio, realizado sob orientação do Professor Doutor Vitor Manuel Carvalho Almada, decorreu entre 1 de Dezembro de 2008 e 1 de Abril de 2009 com a duração total de 550 horas. Durante este período, foi igualmente efectuada pesquisa bibliográfica referente ao tema subordinado ao estudo e processamento de dados relativos às observações realizadas.

O estudo sobre comportamento agonístico em juvenis de truta, foi efectuado com duas fases distintas de elaboração diária: a primeira dedicada à manutenção das condições de observação definidas (ex. operações de limpeza e alimentação) e a segunda, dedicada ao registo de comportamentos observados.

A estrutura física do local de realização do estágio consistiu numa sala com ar condicionado e luz controlada, isolamento de ruídos exteriores, lavatório para limpeza de materiais (ex. filtros) e, sala anexa, para armazenamento de alimento, equipamento de análises (ex. pH, O₂), assim como documentos de registo.

À estagiária foi proporcionada a oportunidade de planear e realizar todo o projecto, desde a definição de objectivos à montagem de estruturas físicas como aquários, tanques e sistemas de filtragem.

As actividades realizadas durante o estágio estão sucintamente referidas em anexo (Anexo I), nomeadamente, o registo fotográfico de todo o processo e o poster com o título “Agonistic behavior studies of juvenile *Oncorhynchus mykiss* (Rainbow trout) and *Salmo trutta fario* (Brown trout)” apresentado no evento “Aquaculture Europe 2009 - new research frontiers” novel approaches for evolving needs” em Agosto 2009.

Nesta secção, estão igualmente descritas outras actividades realizadas tais como: a participação pontual em regime de voluntariado no Aquário Vasco da Gama e ainda, a visita às instalações de Truticabril - Viveiro de trutas, Lda. localizadas em Castelo de Paiva, Aveiro.

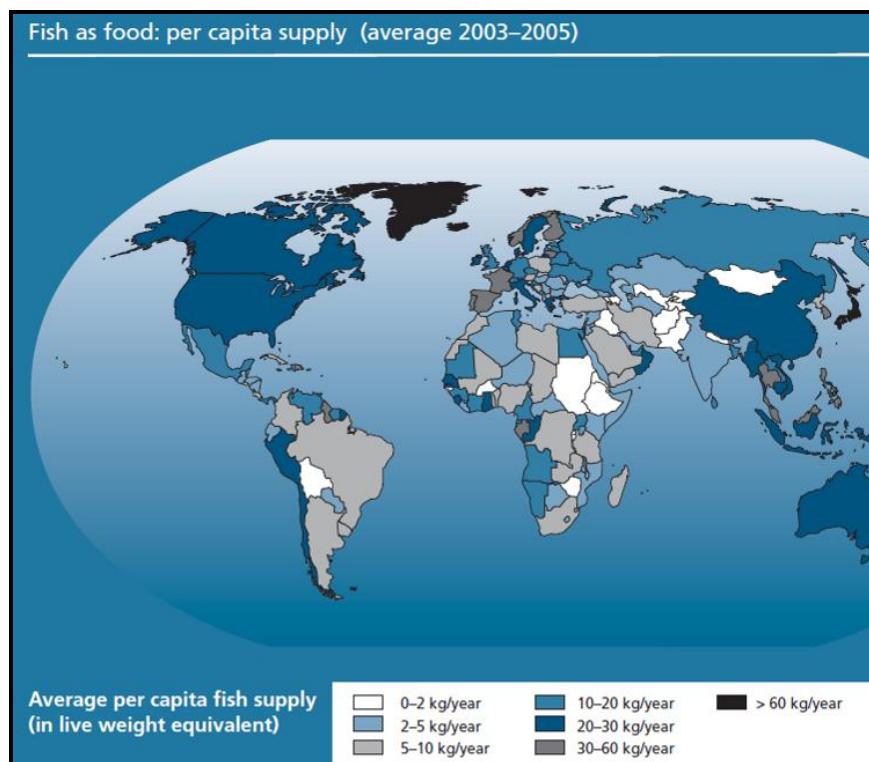
ENQUADRAMENTO DO PRESENTE ESTUDO

1. PANORAMA MUNDIAL DA AQUACULTURA

A aquacultura tem como finalidade a produção, o processamento e a comercialização de plantas e organismos aquáticos de água doce, salobra e salgada. Surgiu com o objectivo principal de produzir proteína de origem animal para consumo humano, aumentando a oferta de alimentos através do desenvolvimento de uma actividade sustentável, garantindo que os impactos provocados no ambiente sejam reduzidos (Turini, 2008).

Nas últimas três décadas a aquacultura tem crescido rapidamente. Na década de 1970 a aquacultura representou cerca de 6% do peixe disponibilizado para consumo humano e em 2006 atingiu valores na ordem dos 47%. No referido ano, a pesca de captura e a aquacultura forneceram um total de cerca de 110 milhões de toneladas de peixe, proporcionando uma oferta *per capita* aparente de 16,7Kg (peso vivo equivalente), um dos maiores valores registados desde sempre (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2009).

Figura 1 - Médias per capita de consumo de peixe em peso vivo equivalente (2003-2005).



Fonte: (FAO, 2009)

No ranking mundial, comparando com 2004, a China, o Peru e os Estados Unidos da América permanecem como os principais países produtores, seguidos pela Indonésia, Japão, Chile, Índia, Rússia, Tailândia e Filipinas (que substituiu a Noruega na 10ª posição).

As estimativas preliminares para 2007 indicam que a produção mundial excluindo a China é de 96 milhões de toneladas, representando um aumento de aproximadamente 3% para a produção de captura e um aumento de 7% para a produção de aquacultura em comparação com 2006 (FAO, 2009).

Figura 2 - Jaulas marinhas flutuantes, Chipre.



Fonte: <http://ec.europa.eu>

Em 2006 a aquacultura representou 76% por cento da produção global de peixes de água doce. Contudo, a produção continua a variar muito de região para região e alguns países continuam a dominar a produção de grandes grupos de espécies. Assim, a China produz 77% da produção mundial de carpas (ciprinídeos); o Egipto é o segundo maior produtor de tilápia (depois da China) e o maior produtor mundial de tainhas; a Noruega e o Chile são os principais produtores de Salmões cultivados (Salmonídeos), correspondendo respectivamente a 33% e 31% da produção mundial.

Existem poucas dúvidas de que o crescimento da aquacultura mundial irá desacelerar, mantendo as elevadas médias de produção e picos de crescimento em determinadas espécies e regiões. O sucesso da indústria traz constrangimentos que só foram possíveis de detectar com o crescimento da mesma e esforços persistentes poderão removê-los ou reduzi-los mas outros poderão aparecer. No entanto, é igualmente verdade que a aquacultura continuará a crescer em resposta ao aumento da procura por peixes e mariscos em geral. Assim, a indústria

aquícola vai começar a reduzir a sua dependência das populações selvagens (reprodutores e alimento) e começar a beneficiar das vantagens verificadas na indústria pecuária, em especial relativamente à reprodução selectiva (FAO, 2009).

2. IMPORTÂNCIA DO ESTUDO DO COMPORTAMENTO NA AQUACULTURA

Segundo Pezzato (1997), para o sucesso da aquacultura o conhecimento das características comportamentais da espécie é de importância fundamental. A maioria dos piscicultores e pesquisadores da aquacultura estão conscientes de que o comportamento agressivo e os níveis de competição de um grupo de peixes pode ter consequências graves para o crescimento dos mesmos. Contudo, as tentativas para verificar a influência das interações sociais sobre o crescimento dos mesmos não são tão frequentes, apesar de igualmente importantes (Thorpe & Huntingford, 1992).

Actualmente, o estudo do comportamento animal é cada vez mais encarado como relevante para o desenvolvimento da produção aquícola, o que Jobling (1995) confirma ao afirmar que um ambiente social favorável dentro de uma unidade de criação, pode ser responsável permite ao peixe atingir pesos uniformes e taxas homogêneas de crescimento na altura do abate.

2.1. COMPORTAMENTO AGONÍSTICO NA PRODUÇÃO DA TILÁPIA-DO-NILO (*OREOCHROMIS NILOTICUS*)

A tilápia-do-Nilo é uma das espécies que mais se destaca no cenário da piscicultura, representando em 2006 o segundo grupo de maior importância na aquacultura mundial (FAO, 2009). Um dos motivos responsáveis por esse destaque é a sua rusticidade pois, mesmo perante condições adversas como baixos níveis de oxigênio e altos níveis de amônia, apresenta um rápido crescimento, boa conversão alimentar e alta prolificidade (Alceste & Jorry, 1998).

Esta espécie possui hábitos territoriais e apresenta interações agressivas que são caracterizadas por ataques directos de um indivíduo ao outro. Assim, nos animais de um mesmo grupo, existe uma formação de hierarquia social com peixes dominantes e submissos (Medeiros, Chellapa, Cacho & Yamamoto, 2005). No ensaio de Pinto, Lima & Ludke (2009)

foram evidenciados os aspectos comportamentais de dominância e submissão relativos ao controle do território e quantidade de alimentação visto que, em condições de cativeiro onde existia por exemplo ausência de fêmeas, outros comportamentos não puderam ser avaliados. Assim, tal como tinha sido evidenciado por Barbosa, Mendonça & Ponzi (2006), as interações agonísticas como fonte causadora de *stress* social para os animais (mais evidente nos animais submissos) influenciaram negativamente o apetite, a eficiência de conversão alimentar e o crescimento, provocando inclusive alterações nos processos digestivos.

Anteriormente, Freitas (1988) já tinha demonstrado que a visão da imagem reflectida em espelho por alevinos de tilápia-do-Nilo promovia o aumento do consumo de oxigénio, sugerindo que a simples presença de um coespecífico já constituía um agente *stressor*. Por outro lado, Fanta (1995) verificou que a cor do ambiente é outro factor que pode desencadear aumento ou depressão de padrões comportamentais em diferentes intensidades. Deste modo, Merighe, Silva, Negrão & Ribeiro (2004) tendo em conta os dois estudos referidos e o facto do comportamento alimentar ser um dos factores relevantes na análise do desempenho de uma espécie em cativeiro, propuseram-se estudar as respostas comportamentais e fisiológicas de juvenis de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) quando submetidos a diferentes cores de ambiente e diferentes situações sociais. No final dos ensaios verificou-se que os animais submetidos à cor castanha e azul apresentaram maiores frequências de comportamentos agonísticos e uma maior actividade locomotora, para além de elevados níveis de cortisol (possível indicador de *stress*) quando submetidos à reflexão da própria imagem em espelho.

Estes resultados, semelhantes aos obtidos por Freitas (1988) e Fanta (1995), demonstraram que existe influência da cor do ambiente sobre o *stress* social, em particular nas interações agonísticas entre coespecíficos e na concentração do cortisol. Concluiu-se que, por diminuírem as interações agonísticas e o *stress*, as cores verde e preta são recomendadas à manutenção da espécie, enquanto a castanha e a azul devem ser evitadas por estimularem estas mesmas respostas.

Esta questão não é contudo linear, como discutida por Silva, Marques, Oliveira, Neto, Medeiros, Martins, Fernandes & Luchiari (2007) ao verificarem que a maior taxa de crescimento específica foi encontrada nos animais que tiveram a oportunidade de expressar comportamentos agonísticos diariamente. Concluindo assim, que as interações sociais e os encontros agonísticos são benéficos para manutenção da homeostase e bem-estar da tilápia-do-Nilo, animal conhecidamente territorial e agressivo.

2.2. COMPORTAMENTO AGONÍSTICO NA PRODUÇÃO DO TRAIRÃO (*Hoplias lacerdae*)

A criação em cativeiro do Trairão (*Hoplias lacerdae*) ainda é limitada devido a problemas relacionados com os seus hábitos alimentares carnívoros, verificando-se elevados índices de mortalidade associados a igualmente elevados índices de canibalismo (forma especial de predação, que envolve o consumo total ou da maior parte de um indivíduo da mesma espécie) desde os primeiros dias de vida (Luz, Salaro, Souto & Zaniboni, 2000).

A densidade dos *stocks* é um factor importante a ser analisado pois é considerado como um potencial factor de *stress* que, segundo Lefrançois, Clairaureaux & Merciera (2001), pode ser prejudicial ao crescimento provocando alterações na agressividade, perseguição social, comportamento alimentar e gerando uma maior exigência metabólica nos peixes. Por outro lado, uma maior heterogeneidade nos *stocks* também pode alterar o comportamento dos peixes, principalmente no que se refere ao canibalismo pois leva ao aparecimento de fenómenos de dominância social (Hecht & Appelbaum, 1988). Num estudo efectuado por Luz et al. (2000) observou-se 100% de canibalismo relativamente aos peixes menores, nos alevins de Trairão agrupados em classes de tamanhos heterogéneos. Este comportamento diminuiu à medida que se uniformizaram os valores de comprimento dos alevins. Concluindo-se que na produção intensiva de Trairão (*Hoplias lacerdae*) é necessário efectuar classificações periódicas com o objectivo de se obterem lotes homogéneos de peixes, evitando a dominância social e o consequente comportamento agressivo dos mesmos.

Factores nutricionais como a composição do alimento e o facto de este não satisfazer as suas exigências nutricionais também podem influenciar o comportamento dos alevins e dos juvenis de Trairão. Assim, tal como observado por Hecht & Appelbaum (1988), o canibalismo pode ser controlado por uma simples alteração na disponibilidade de alimento.

Portanto, facilmente se conclui que o estudo do comportamento e das causas que induzem à ocorrência de canibalismo, entre alevins de Trairão (*Hoplias lacerdae*) de diferentes tamanhos, é de extrema importância para o melhor conhecimento da biologia do animal e para futuros estudos relacionados ao processo produtivo (Luz et al., 2000).

3. COMPORTAMENTO AGONÍSTICO

A agressividade intraespecífica é um comportamento adaptativo que pode trazer vantagens no estabelecimento de hierarquias sociais, acesso a sítios alimentares, conquista de parceiro

sexual e defesa da prole (Krebs & Davies, 1995). A natureza agressiva de muitas espécies de peixes foi evolutivamente moldada e contribui significativamente para a sobrevivência individual e mesmo da própria espécie. No entanto, a agressão está muitas vezes associada à condição de *stress*, o que pode contribuir para diminuição do desempenho individual (Moberg, 1999).

Confrontos de pares de peixes dentro de populações naturais de salmonídeos levam ao estabelecimento de hierarquias de dominância (especialmente no caso das espécies que habitam nos rios) pois os peixes competem entre si relativamente aos recursos limitados como a comida e os abrigos. Como resultado destes encontros competitivos um dos peixes tornar-se-á o dominante e o outro assumir-se-á como subordinado, resultando numa hierarquia linear (Bachman, 1984). Estes encontros agonísticos podem levar a lesões graves e podem ser minimizados através da formação de hierarquias sociais que se mantêm estáveis por longos períodos de tempo (Chase, Tovey & Murch, 2003). Assim, quando comparada com sistemas instáveis, a estabilidade de uma hierarquia de dominância parece beneficiar tanto os animais dominantes como os subordinados, nomeadamente devido a uma redução dos combates perigosos e uma redução do risco de predação através do aumento da vigilância (Griffiths, Brockmark, Hojesjo & Johnsson, 2004).

Pesquisas comportamentais que se concentram exclusivamente sobre condições ambientais que são constantes durante todo o ensaio, geralmente têm concluído que os salmonídeos formam hierarquias de dominância muito estáveis com benefícios significativos para o peixe dominante. Deste modo, em estudos sobre o comportamento de peixes (estabilidade do sistema social e as suas consequências fisiológicas) que vivem em águas correntes, quando não são simuladas as condições naturais e incorporadas perturbações ambientais, as conclusões obtidas podem não corresponder à realidade.

Ao investigar o efeito na dominância de hierarquias pré-estabelecidas de uma perturbação ambiental na truta fário (*Salmo trutta*) sob constante simulação das condições naturais de fluxo em tanques artificiais Sloman, Taylor, Metcalfe & Gilmour (2001) verificaram que, após o nível da água ter sido diminuído de modo a simular uma diferença de caudal (tanques de seca) a agressão não teve um aumento significativo mas a estrutura social e o comportamento foram significativamente afectados, tendo ocorrido um colapso geral na hierarquia social. Para além disso, em termos da taxa de crescimento, os benefícios da posição de dominante observada nos tanques de controlo (onde não ocorreram alterações no volume do fluxo) não foram evidentes nos tanques de seca. Estes resultados reforçaram a importância

da realização de estudos de comportamento em condições tão representativas do ambiente natural quanto possível, dadas as limitações experimentais (Sloman et al. 2001).

3.1. ALTERAÇÕES HORMONAIS ASSOCIADAS AO COMPORTAMENTO AGONÍSTICO

Segundo Sloman & Armstrong (2002), tanto para os animais dominantes como para os subordinados podem existir consequências fisiológicas associadas ao seu estatuto social. Destas, podemos salientar: alterações dos níveis de cortisol no plasma sanguíneo (Sloman et al, 2001), aumento da susceptibilidade à doença (Pottinger & Pickering, 1992), aumento da actividade serotoninérgica cerebral (Øverli Ø., Harris & Winberg, 1999), alterações no metabolismo do sódio (Sloman, Scott, McDonald & Wood, 2004), alterações das taxas de crescimento (Sloman, Gilmour, Taylor & Metcalfe., 2000) e aumento da susceptibilidade a determinadas substâncias tóxicas (Sloman, 2007).

Ao longo dos tempos, tendo em conta as diferentes alterações fisiológicas que podem ocorrer devido ao estatuto de dominante vs submisso, diversos estudos foram efectuados e novas teorias elaboradas. Para além disso, alguns investigadores como Cardwell, Sorensen, Van Der Kraak & Liley§ (1996) que quiseram verificar o efeito do estatuto de dominante nos níveis de hormonas sexuais, optam por efectuar ensaios em meio ambiente e laboratório em simultâneo. No estudo referido, em laboratório, verificou-se que os Machos dominantes tinham níveis mais elevados de testosterona plasmática e de derivados de progesterona como 17a, 2b-diidroxi-4-pregnen-3-one (17, 20b-P) em comparação com os subordinados. Contudo, depois dos machos dominantes serem removidos, os níveis de esteróides dos machos subordinados (que entretanto se tornaram dominantes) aumentaram pelo que, níveis mais elevados de esteróides em machos dominantes parecem ser um resultado e não uma causa do seu estatuto social. Em ambiente natural foram encontrados níveis mais elevados da forma oxidada de testosterona a 11-cetotestosterona (11-KT) em machos dominantes, mas as diferenças de níveis de testosterona não foram determinantes. Duas hipóteses não exclusivas entre si podem explicar as diferenças observadas nos títulos de hormonas esteróides entre machos dominantes e subordinados na época de desova das trutas: exposição diferenciada relativamente às fêmeas e às suas feromonas (Scott, Liley & Vermeirssen, 1994); efeitos diferenciais das interações entre machos sobre o sistema endócrino de dominantes e subordinados (Cardwell et al., 1996).

3.2. TAXA DE CRESCIMENTO E O COMPORTAMENTO AGONÍSTICO

A taxa de crescimento é um dos parâmetros que tem sido frequentemente analisado em ambiente natural, mas também, aquele cujos estudos revelaram mais resultados contraditórios. Em salmonídeos, a nível individual, parece haver uma correlação positiva entre a agressividade e a taxa de crescimento, parcialmente devido a uma maior taxa metabólica e a uma melhor capacidade competitiva dos indivíduos mais agressivos e dominantes (Nicieza & Metcalfe, 1999). Ao nível das populações, os ensaios efectuados por Lahti, Laurila, Enberg & Piironen (2001) confirmaram a existência de uma correlação positiva entre a agressão e taxa de crescimento das populações.

Segundo Roff (1988), é previsível que as espécies migratórias cresçam mais rápido, amadureçam mais tarde e sejam maiores que as espécies não-migrantes. No entanto, apesar das populações estudadas evidenciarem diferentes velocidades de crescimento, não foram encontradas diferenças relativamente às formas migratórias (Lahti et al., 2001), o que vai ao encontro dos resultados obtidos anteriormente por Elliott (1994) em que não foram encontradas diferenças nas taxas de crescimento entre as formas residentes e migratórias de truta. Por outro lado tem sido sugerido que a agressividade juvenil de populações de salmonídeos está directamente correlacionada com o tempo que o peixe passa no rio. Consequentemente as populações residentes, devido à necessidade de assegurarem e defenderem um território de alimentação fixo, seriam mais agressivas que as populações migratórias (Hutchison & Iwata, 1997). Contudo, contrariamente às expectativas, Lahti et al. (2001) verificaram que as populações da truta fário (*S. trutta*) residentes no mar foram tendencialmente mais agressivas do que as residentes em lagos, sendo então colocada a hipótese de que as diferenças de agressão teriam uma base genética.

A temperatura e a duração das estações de crescimento estão entre os factores ambientais mais importantes, capazes de provocar variações nas características adaptativas da fisiologia e da história de vida dos peixes (Arendt, 1997). A localização geográfica, especialmente a latitude, origina variações intraespecíficas em processos metabólicos, desempenho digestivo (Nicieza, Reiriz & Brana, 1994) e crescimento. Assim, populações de latitudes elevadas vivem sob baixas temperaturas e apresentam períodos de crescimento menores pelo que as curvas de crescimento podem ser diferentes de acordo com as populações consideradas. Situação não confirmada por Lahti et al. (2001) que, ao analisarem os comportamentos agressivos e as taxas de crescimento das populações em relação à latitude de origem, não verificaram nenhuma relação entre os mesmos.

Na natureza, tal como referido anteriormente, o comportamento agonístico tem a sua importância associada à contribuição para a capacidade de evitar predadores e competir por alimento e espaço (Pitcher & Parrish, 1993). Contudo, em cativeiro, a intensidade da relação entre o comportamento agonístico e as taxas de crescimento parece manter a dependência das condições ambientais sob as quais a competição por alimento ocorre (Ruzzante, 1994). A selecção artificial ou natural para taxas de crescimento rápidas em incubadoras têm levantado preocupações sobre os possíveis efeitos acerca da intensidade geral dos comportamentos agonísticos em peixes. Após comparação das taxas de crescimento entre alevins com a mesma origem genética, Hedenskog, Petersson & Järvi (2002) verificaram que as taxas de crescimento foram mais elevadas nos alevins criados em cativeiro e que a intensidade do comportamento agonístico foi maior entre os grupos criados em ambiente natural, não existindo diferenças significativas de actividade entre eles. Os resultados obtidos demonstraram uma possível correlação entre a densidade e o comportamento agonístico, isto porque, por exemplo, os juvenis criados em ambiente natural eram relativamente mais agressivos quando em *stocks* de altas densidades. Por outro lado, a quantidade de alimento não teve efeito sobre o nível do comportamento agonístico, o que pode indicar que a selecção para um rápido crescimento em incubadoras pode também seleccionar indirectamente para a agressividade reduzida.

Actualmente, existem evidências de que algumas características comportamentais têm uma forte componente genética, capaz de responder à selecção (Boake, 1994). Consequentemente, em populações de salmonídeos que estão completamente isoladas ou onde o fluxo de genes para as mesmas é limitado, podem ocorrer variações específicas de comportamento, organização social e taxas de crescimento. Este processo é evidente no caso da truta fário onde as diferenças demográficas ao nível da agressão, para populações residentes e migratórias, foram devidamente documentadas (Lahti et al. 2001).

Nos salmonídeos o desenvolvimento de hierarquias de dominância também parecia ser determinado pelo tamanho do peixe sendo o maior, o dominante (Abbott, Dunbrack & Orr, 1985). Este, ao excluir activamente os outros indivíduos de um determinado território, melhora o seu acesso aos recursos e consequentemente aumenta o seu potencial de crescimento. Com o objectivo de verificar as diferenças de comportamento e crescimento entre juvenis de truta fário separados espacialmente, Kristensen & Closs (2008) recolheram peixes a montante e a jusante de uma barragem que, após serem sujeitos a condições de

maneio idênticas, evidenciaram algumas diferenças. Assim, nos indivíduos a montante verificou-se que os maiores cresceram mais rapidamente e que a agressividade demonstrada foi menor quando comparados com os indivíduos a jusante, sendo que nestes não se confirmou a existência de uma relação entre o tamanho dos peixes e a taxa de crescimento.

Num ambiente perfeitamente previsível (como seria esperado no ambiente artificial de laboratório mantido neste estudo), o peixe dominante teria as maiores taxas de alimentação e iria crescer a um ritmo mais rápido (Nakano, 1995). Tal não ocorreu com o crescimento dos juvenis de truta fário da população a jusante, sugerindo que a hierarquia social não é determinante para o crescimento dos indivíduos desta população.

3.3. CANIBALISMO

Durante as primeiras fases de vida das trutas fário, a competição é geralmente intensa sendo a altura em que os indivíduos definem territórios de alimentação e lutam por posições na hierarquia de dominância (Elliott, 1994). Esta, uma vez estabelecida, pode diminuir os níveis de agressão, o que leva a crer que os níveis de agressão podem mudar com as diferentes fases de desenvolvimento (Bachman, 1984).

O piscivorismo e o canibalismo são comuns nos salmonídeos, incluindo a truta *Salmo trutta* que, na ausência de outras presas frequentemente come coespecíficos menores (L'Abe'e-Lund et al., 1992). Verifica-se contudo que existem menos relatos de canibalismo nas populações de truta dos rios onde existe maior oferta de invertebrados arrastados pelas águas (Haraldstad, Sandlund & Schei, 1987). Nos rios, tendo em conta que os peixes vulneráveis à predação preferem *habitats* que ofereçam o melhor compromisso entre o risco de predação e o ganho de energia, os pequenos peixes preferem manter-se em poças pouco profundas ou nas margens rasas de riachos (Heggenes, 1988) onde os peixes maiores estão ausentes. Portanto, a estrutura do leito e da corrente pode ser importante na determinação da possibilidade de canibalismo e no aumento da competição dos peixes pequenos entre si. Segundo Vika, Borgstroma & Skaalab (2001) que durante 12 anos estudaram a densidade de uma população de truta *S. trutta fario* num rio de águas correntes do Oeste da Noruega, o canibalismo constitui uma importante causa de mortalidade dos peixes pequenos, regulamentando a abundância e a distribuição de tamanho de trutas pequenas num determinado *habitat*.

3.4. ALTERAÇÕES COMPORTAMENTAIS ASSOCIADAS AOS REPOVOAMENTOS

Na natureza, o declínio das populações de peixes tem ocorrido devido a uma multiplicidade de factores que têm incentivado a prática de repovoamentos, ou seja, o reforço imediato das populações através da libertação de espécies criadas em cativeiro. Segundo Fraser, Gilliam, Daley, Le & Skalskiet (2001), geralmente são poucos os peixes que exploram zonas afastadas dos locais de repovoamento pelo que alguns estudos sugerem o treino de pré-lançamento para reforço de competências comportamentais, de modo a potenciar o aumento da capacidade de sobrevivência dos peixes libertados (Brown & Laland, 2001).

Em estudos efectuados na Bacia do Douro (rios Oslo e Sabor) concluiu-se que as trutas utilizadas nos repovoamentos manifestavam fraca capacidade de dispersão permanecendo agregadas no local onde foram lançadas, sendo poucos os indivíduos que vão para além dos 200m e demonstravam incapacidade de procurar *habitats* mais adequados permanecendo em zonas de corrente e sem vegetação (Cortes, Teixeira & Pereira, 1998).

Uma das razões que contribui para a mortalidade acentuada dos exemplares repovoados parece ser um deficiente comportamento de procura e predação de alimento natural por parte das trutas de cativeiro (Bachman, 1984). Tal como verificado por Sundström & Johnsson (2001), as trutas comuns selvagens apresentam um comportamento diferente das suas homólogas de cativeiro, alimentando-se de modo mais eficiente ao atacarem as presas mais cedo e demonstrando-se mais eficazes a consumir “presas novas” com as quais nunca tiveram qualquer contacto anterior. No entanto, segundo os mesmos autores, o condicionamento dos peixes a alimento vivo antes de serem libertados melhorou o seu comportamento predatório de modo significativo. Em 2009, Gomes realizou um ensaio com o objectivo de perceber se o comportamento predatório da truta-comum poderia ser estimulado em cativeiro através de uma adaptação prévia (desmame) a um alimento alternativo (natural) nomeadamente, larvas vermelhas de mosquito Quironomo (*Culex sp.*). Tendo demonstrado que, após o desmame, os juvenis de truta que foram alimentados com alimento vivo capturaram de modo mais eficiente os diferentes tipos de presas quando comparados com os seus homólogos alimentados com dieta comercial. Assim, as trutas alimentadas com larvas de mosquito apresentaram um número de ataques e tentativas de ingestão muito superiores, atacaram as amostras mais cedo e continuaram a atacá-las até mais tarde, apresentando um comportamento mais curioso e incisivo, ficando mais tempo interessadas nas presas fictícias do que o observado nas suas congéneres.

A criação em regime de cativeiro pode originar um comportamento de natação mais próximo da superfície do que aquele que seria natural num peixe selvagem. Esta situação traduz-se essencialmente em três desvantagens: os peixes ficam mais expostos a predadores aéreos, perdem o contacto visual com presas que se encontrem nos fundos e ficam mais expostos a correntes desfavoráveis (Brown & Laland, 2001). Os resultados obtidos nos grupos alimentados com alimento vivo mostraram um número de ataques muito elevado na zona que denominamos como média/baixa da coluna de água, seguindo-se a superfície da água e depois a zona acima da superfície da água (Gomes, 2009). É importante notar que a correcta utilização de zonas de corrente é essencial para a sobrevivência dos peixes selvagens, pois a exigência metabólica é mais baixa e o crescimento é mais elevado (Olla, Davis & Ryer, 1998).

Segundo Wiley, Whaley, Satake & Fowden (1993) é possível controlar as modificações comportamentais através do enriquecimento do ambiente em que os peixes de aquacultura são criados, incluindo treino de procura de alimento e treinos anti-predador antes da sua libertação na natureza. O ensaio de Gomes (2009) demonstrou a possibilidade de melhorar o comportamento natural das trutas recorrendo à mudança gradual de alimento seco para alimento congelado. Este tipo de condicionamento é simples, rápido (pode variar entre 10 semanas a 10 dias) e eficiente, podendo vir a revelar-se como um contributo importante para a definição de novas práticas de alimentação a aplicar à realidade das aquaculturas de repovoamento (Gomes, 2009).

3.5. VARIAÇÃO INDIVIDUAL DOS COMPORTAMENTOS AGONÍSTICOS

A variação individual de "temperamentos" ou "personalidades" pode afectar a forma como os animais reagem a situações novas, evitam predadores, investem na reprodução ou se comportam numa variedade de contextos sociais (Reale, Gallant, Leblanc & Bianchet, 2000).

Uma vez que as características de ousadia e timidez podem afectar a disponibilidade para assumir riscos, a sua correlação com a quantidade de tempo gasto em áreas abertas (mais expostas) dos tanques pode ser verificada experimentalmente. Em estudos sobre traços de "personalidade" de trutas arco-íris *Oncorhynchus mykiss*, foram consideradas as características referidas e verificou-se que os peixes “destemidos” passavam mais tempo em espaço aberto e eram mais activos do que os peixes “tímidos”, concluindo-se que estes comportamentos poderiam ser utilizados como indicadores de ousadia e timidez

respectivamente. Por outro lado, ao analisar a capacidade de aprendizagem de uma tarefa de condicionamento simples, confirmou-se que os peixes considerados “destemidos” aprendiam a tarefa mais rapidamente. Deste modo, uma das possibilidades para aumentar a capacidade de sobrevivência após o repovoamento consiste em produzir selectivamente a truta arco-íris (ou outras espécies de peixes comerciais) de acordo com a capacidade de aprendizagem mais rápida, ou seja, passar a utilizar peixes que têm mais condições para rapidamente aprenderem sobre um novo ambiente de modo a garantir o sucesso dos repovoamentos. (Sneddon, 2003)

Na competição territorial o vencedor ganha oportunidade de explorar o seu ambiente, aumentando a probabilidade de se reproduzir com sucesso e de sobreviver, especialmente em espécies com padrões de crescimento indeterminado, tais como os peixes (Metcalf, Taylor & Thorpe, 1995). Tem sido sugerido que o domínio social nos salmonídeos pode ser afectado pelo tamanho do peixe (Abbot et al, 1985), intensidade comportamental (Huntingford et al., 1992) e residência prévia (Huntingford & De Leaniz, 1997). Além disso, em estudos anteriores os níveis de agressão foram associados positivamente com a capacidade de dominância em trutas *O. mykiss* pelo que o comportamento agonístico pode ser um indicador confiável de posição dominante (Johnsson & Bjornsson, 1994).

Segundo Johnsson, Nobbelin & Bohlin, (1998) a residência prévia e o tamanho demonstraram ser factores importantes no sucesso da competição pelo território entre juvenis de truta fário. Outros investigadores têm considerado os efeitos de residência prévia, tais como Glova & Dodgson (1995) que em ambiente de fluxo artificial, ao permitirem que trutas *Salmo trutta* tomassem posse de territórios previamente ao salmão *chinook* (*O. tshawytscha*) verificaram que estas ocuparam e mantiveram uma maior proporção de territórios com condições mais vantajosas. Ensaio efectuado por Brannas (1995) demonstraram que ao colocar trutas num *habitat* vazio estas adquiriam vantagens competitivas, ainda que apenas conferidas por um breve período de residência, relativamente aos coespecíficos introduzidos posteriormente. Assim, os peixes de residência prévia iniciaram mais interacções agressivas, escolheram territórios estrategicamente perto de uma fonte pontual de alimentos e apresentaram maior taxa média de crescimento específico. Tem sido sugerido que estas diferenças comportamentais teriam origem em divergências genéticas e morfológicas. Contudo, tal será altamente improvável já que no estudo referido, as trutas de residência prévia tiveram origem em *stocks* naturais e quando confrontadas com a introdução de trutas do mesmo stock ou de *stocks* de viveiros os resultados foram idênticos. Os resultados encontrados apoiam outros estudos que também demonstraram os efeitos da residência prévia de trutas fário de *stocks*

naturais quando confrontadas com introduções posteriores de trutas criadas em cativeiro (Wang & White, 1994).

Em condições naturais se a vantagem de residência prévia se reflectisse a selecção deveria favorecer a incubação mais rápida em espécies com características territoriais, pois os indivíduos que emergissem mais cedo poderiam estabelecer territórios de alimentação mais cedo (Fausch, & White, 1986). No entanto, esta vantagem é contrariada pelo aumento dos riscos de mortalidade para os que emergem mais cedo, tanto pelo clima sazonal como pelo aumento do risco de predação, pois estes não beneficiam dos efeitos de diluição verificados na altura da incubação devido à presença de inúmeros coespecíficos (Brannas, 1995).

3.6. INTERACÇÃO SOCIAL APÓS EXPOSIÇÃO A CONTAMINANTES

A diferença nos padrões de comportamento agressivo em peixes expostos a contaminantes metálicos é amplamente reconhecida. Estudos como o de Ellgaard, Ashley, Langford & Harlin (1995) constataram que, a exposição a baixas concentrações de metais está directamente relacionada com alterações comportamentais. Outros, como o de Sloman, Morgan, McDonald & Wood (2003), ao verificar que as trutas *Oncorhynchus mykiss* subordinadas apresentaram maiores taxas de acumulação relativamente a prata e cobre presentes na água, confirmaram existir uma relação entre o estatuto social do peixe e a concentração de metais acumulados no seu organismo.

Partindo de estudos anteriores em peixes, sobre os seguintes metais: cádmio; cobre; zinco; níquel e chumbo, conhecido por ter um impacto significativo no comportamento (Sorensen, 1991), Sloman, Baker, Ho, McDonald & Wood (2003) investigaram os efeitos de exposição a baixas concentrações destes cinco metais (apresentados como sais solúveis), sobre a capacidade de juvenis de truta arco-íris para criarem relações sociais, correlacionando as reacções de competitividade e agressividade verificadas. Destes metais ambientalmente relevantes, apenas o cádmio teve um efeito significativo em encontros agressivos quando os peixes foram expostos a concentrações subletais, concluindo-se que este dificulta severamente a capacidade de um peixe para se tornar ou manter com estatuto de dominante. O cádmio também parece ter um efeito persistente, verificando-se que o comportamento social se manteve alterado, mesmo após 24h água de repouso em tanques de controlo (água sem contaminantes).

4. *STRESS* E BEM-ESTAR

4.1. TIPOS DE RESPOSTA AO *STRESS*

Devido ao contacto íntimo com o ambiente aquático e à sua condição de animal poiquilotérmico, os peixes enfrentam constantes desafios, que vão desde aspectos físico-químicos da água até conflitos com animais dominantes dentro do cardume ou população (Barton, 1988; Adams, 1990; Wedemeyer, 1996). Deste modo, os animais precisam encontrar meios de lidar com os desafios a fim de os confrontar e superá-los para garantir a sua sobrevivência. Os conjuntos das mudanças fisiológicas desencadeadas quando o peixe reage a desafios químicos, físicos e biológicos com a tentativa de compensação, são comumente referidos como respostas ao *stress* (Wedemeyer, Barton & Mc Leay, 1990). O *stress* pode assim ser considerado um conjunto de respostas não específicas do organismo a situações que ameaçam desequilibrar a sua homeostase (Fisheries Society of the British Isles, 2002). Os agentes de *stress* em peixes podem ser de vários tipos; nomeadamente, de natureza física como o transporte, o confinamento ou manuseamento; de natureza química como os contaminantes, o baixo teor de oxigénio ou o pH reduzido; e os percebidos pelos animais, como a presença de predadores ou de animais conspecíficos não-familiares (Barton, 1997).

A resposta ao *stress* é um mecanismo que permite ao peixe preservar a sua saúde frente à ameaça de agentes causadores de *stress*. Dependendo da severidade do agente causador de *stress*, o mecanismo de resposta pode tornar-se disfuncional e afectar negativamente a fisiologia e o comportamento do animal. Assim, a exposição aos agentes de *stress* pode ser de curta ou de longa duração e ter diferentes intensidades. A exposição moderada a estes agentes pode produzir nos peixes uma resposta adaptativa que restitui o equilíbrio ao organismo. Conte (2004) reconhece que o *stress* é um dos principais factores responsáveis pela ocorrência de doenças e mortalidade em aquacultura. A intensidade e duração da resposta a estímulos adversos dependem das espécies, estirpes ou *stocks* considerados, bem como do facto de se tratar de animais nascidos em meio natural ou em cativeiro. Também as condições ambientais, de desenvolvimento ou genéticas podem gerar uma maior ou menor susceptibilidade a agentes de *stress*, influenciando o tipo de respostas geradas (Barton, 2002). Para uma resposta integrada ao *stress* em peixes, é comum fazer-se distinção entre resposta primária, secundária e terciária (Pickering & Pottinger, 1995). A resposta primária compreende a activação dos centros cerebrais, resultando em massiva libertação de

catecolaminas e corticosteróides, enquanto que a secundária é normalmente definida como a canalização das acções e dos efeitos imediatos dessas hormonas ao nível sanguíneo e dos tecidos, incluindo o aumento dos batimentos cardíacos e da absorção de oxigénio, a mobilização de substratos de energia e ainda, a alteração do equilíbrio hidromineral. A resposta terciária manifesta-se ao nível da população traduzindo-se em inibição do crescimento, da reprodução e da resposta imune no grupo. A limitação da capacidade do animal em tolerar os agentes causadores de *stress* subsequentes ou adicionais, também é atribuída a uma manifestação da resposta terciária.

4.2. COMPORTAMENTO AGONÍSTICO COMO CAUSADOR DE *STRESS*

NOCICEPÇÃO

A resposta à dor em humanos tem dois componentes básicos: a resposta fisiológica, que pode ser um reflexo automático activado a nível periférico (medula espinal) e a experiência emocional da dor, que é processada a nível central no cérebro. Por analogia com mecanismos de percepção da dor da espécie humana, Smith & Boyd (1991) enumeraram um conjunto de critérios que deveriam ser cumpridos para estabelecer que um determinado animal tem capacidade de ter percepção da dor o que pressupõe o sofrimento. Obviamente, quanto mais afastada filogeneticamente for a espécie menor será a probabilidade desta partilhar os mesmos componentes do sistema de percepção da dor com os humanos, pelo que não é de estranhar que entre os vertebrados, apenas os mamíferos cumprem todos os critérios enunciados (Bateson, 1991).

No entanto, nos últimos anos Sneddon, Braithwaite & Gentle (2003) publicaram um conjunto de estudos em salmonídeos que demonstram a existência de nociceptores, a ligação destes a núcleos neuronais no telencéfalo e a modulação da resposta a estímulos nocivos por opiáceos, o que no seu conjunto aponta para a presença da maioria dos componentes do sistema de nocicepção nos teleósteos.

***STRESS* PSICOGÉNICO**

A resposta a estímulos de *stress* é um processo integrado que conta não só com a percepção do evento presente mas também com as memórias de experiências anteriores, o que confere às respostas uma dimensão inevitavelmente psicológica. Moreira, Pulman & Pottinger (2004) demonstraram a existência de diferenças comportamentais e cognitivas (memória e

aprendizagem) entre duas linhagens de trutas arco-íris seleccionadas pelas suas respostas baixas ou elevadas de cortisol a um agente de *stress* padrão. Assim, verificou-se que após um período de aprendizagem, os peixes produziam o mesmo tipo de resposta hormonal (aumento dos níveis de cortisol) exclusivamente em resposta à exposição à luz. Também Schreck, Olla & Davis (1995) tinham demonstrado que ao associar a remoção de água do salmão real (*Oncorhynchus tshawytscha*) à distribuição de alimento, como condicionamento positivo, era possível atenuar a resposta fisiológica a factores de *stress* subsequentes (transporte). No seu conjunto, estes estudos sugerem um componente cognitivo à activação da resposta de *stress* em peixes.

O contexto social em que os indivíduos vivem pode ser uma fonte de *stress* originado pela dinâmica do estabelecimento hierárquico, territorialidade, acasalamento, entre outros. Neste contexto, o *stress* psicogénico pode ter três componentes: estados emocionais negativos como o medo, processos de percepção que implicam reconhecimento de animais da mesma espécie e a capacidade de antecipação da presença ou de acções agonísticas dos mesmos. O estado de *stress* crónico em que se encontram animais subordinados de várias espécies é com frequência resultado da percepção da presença de indivíduos dominantes. Este estado crónico, que provavelmente envolve o medo, altera ou mesmo inibe a motivação desses animais para expressarem outros comportamentos (Chandroo, Duncan & Moccia, 2004). Por outro lado, Barton (1997) chama a atenção para a necessidade de ter estes aspectos em consideração quando se interpretam os resultados de análises ao cortisol.

4.3. COMPORTAMENTO E BEM-ESTAR EM PEIXES

Embora exista legislação reguladora do bem-estar animal em contextos de produção animal que tende a abranger todos os vertebrados, e por consequência também as espécies piscícolas, o conhecimento acerca do bem-estar dos peixes é ainda reduzido (Oliveira & Galhardo, 2007). Para quantificar os potenciais impactos negativos das actividades humanas no bem-estar dos peixes torna-se necessário desenvolver metodologias de avaliação do bem-estar que permitam avaliar o estado dos animais a nível físico, fisiológico e comportamental. Idealmente estes três níveis devem ser considerados em conjunto na avaliação do bem-estar. Uma vez que a recolha metódica de dados fisiológicos, bioquímicos e comportamentais implica um esforço de amostragem razoável, requer um grande investimento de tempo e uma logística pesada (não compatíveis com rotinas quotidianas em aquários públicos ou em

estações de aquacultura), a *Fisheries Society of the British Isles* sugeriu a utilização dos seguintes indicadores para avaliação de práticas de bem-estar em peixes (FSBI, 2002):

1. Alterações do padrão de coloração;
2. Mudanças na taxa de movimentos operculares – maiores necessidades de oxigénio associadas ao *stress* levam a uma maior necessidade de irrigação das brânquias;
3. Alteração da actividade de natação;
4. Anorexia;
5. Redução da taxa de crescimento – pode ser indicador de *stress* crónico devido por exemplo, a comportamentos agonísticos associados a densidades populacionais elevadas;
6. Perda de factor de condição corporal;
7. Anomalias morfológicas;
8. Cicatrizes – usualmente indicadores de bem-estar negativo, como por exemplo o ataque por animais conspecíficos;
9. Doenças;
10. Inibição da actividade reprodutiva – potencial indicador de *stress* crónico.

4.4. BEM-ESTAR EM AQUACULTURA

COMPORTAMENTO E DENSIDADE POPULACIONAL

Um dos aspectos considerados na avaliação do bem-estar animal é a questão da possibilidade dos animais poderem expressar um conjunto de comportamentos típicos da espécie. Contudo, tal como alguns autores evidenciam (Fraser, Weary, Pajor *et al.*, 1997) certos comportamentos naturais podem já não ser relevantes para os animais quando mantidos em condições artificiais ou podem mesmo ser indicadores de alterações de bem-estar (e.g. fuga a predadores). Portanto, mais do que a questão da natureza dos animais, o importante será a compreensão da forma como o comportamento está relacionado com a saúde e com o que o animal deseja ou não, em cada momento (i.e. necessidades comportamentais) (Dawkins, 2004).

A densidade populacional nos sistemas de criação de peixes é um dos factores mais críticos em aquacultura e no bem-estar dos animais. Densidades inadequadas podem promover a agressividade, e o excesso populacional incrementa a competição e influencia negativamente a qualidade da água. A falta de espaço para nadar é também prejudicial a muitas espécies

(Schwedler & Johnson, 2000). A dimensão óptima dos grupos depende das características comportamentais dos animais (em particular, a tendência para formar cardumes ou a territorialidade). Em geral, densidades demasiado elevadas têm um efeito prejudicial (e.g no salmão, FSBI 2002). Alguns dos indicadores de excesso populacional prolongado em trutas incluem a redução das taxas de conversão em crescimento, a redução de condição física e a erosão das barbatanas dorsais (Ellis, North & Scott, 2002).

Devido às hierarquias sociais que se estabelecem em certas espécies, a composição dos grupos sociais deve ser igualmente objecto de atenção em aquacultura para reduzir a agressividade de animais dominantes e subsequente *stress* e subnutrição crónicos em animais subordinados.

A prevenção de *stress* agudo e de ameaças à integridade física dos peixes passa também pelo controlo de predadores em aquacultura. O enriquecimento ambiental em peixes de aquacultura é um assunto praticamente não abordado. Contudo, face às características ecológicas de algumas espécies, um certo grau de complexidade ambiental poderia ser importante (FSBI, 2002). Seria de inferir que o recurso a locais de abrigo, marcos territoriais, diferentes substratos, correntes de água, formas estratégicas de distribuição de alimento (Alanara, 1996), entre outros, poderiam ter um papel relevante nas preferências e opções dos animais incrementando assim o seu bem-estar.

5. CARACTERIZAÇÃO DAS ESPÉCIES UTILIZADAS

5.1. TRUTA ARCO-ÍRIS (*ONCORHYNCHUS MYKISS*)

TAXONOMIA

Classe: *Osteichthyes*

Subclasse: *Teleostei*

Ordem: *Salmoniformes*

Família: *Salmonidae*

Género: *Oncorhynchus*

Espécie: *O. mykiss* (Walbaum, 1792)

NOMES VULGARES

Em Portugal, apenas são aceites as denominações comerciais de truta arco-íris ou truta salmonada (Diário da República, 2004).

Figura 3 – Denominações comerciais de *O. mykiss*

Denominação comercial	Nome científico	Outras denominações comerciais autorizadas
Truta	<i>Oncorhynchus aguabonita</i>	Truta-dourada, truta-salmonada. Truta-salmonada.
	<i>Oncorhynchus apache</i>	
	<i>Oncorhynchus chrysogaster</i>	
	<i>Oncorhynchus clarki</i>	
	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Truta-arco-íris, truta-salmonada. Truta-marisca, truta-comum. Truta-das-fontes, truta-da-nascente.
	<i>Salmo trutta</i>	
	<i>Salvelinus fontinalis</i>	

Fonte: Diário da República — I Série-B nº 45 de 23 de Fevereiro de 2004

5.1.1. MORFOLOGIA

A truta arco-íris possui um corpo alongado, robusto, coberto com pequenas escamas ciclóides e perfil dorsal menos arqueado que o ventral (Scott & Crossman, 1973). Corresponde ao tipo perciforme com 60-66 vértebras, barbatana dorsal subquadrangular com 10-12 raios cartilagosos (moles) seguida de barbatana adiposa, barbatana anal trapezoidal com 8-12 raios moles e barbatana caudal homocerca com 10 raios.

Figura 4 – Juvenil *O. mykiss*



Fonte: <http://www.fluviatilis.com>

A coloração é verde azeitona com manchas azuladas iridiscentes acima da linha lateral rosa e prateada abaixo da mesma, podendo variar de acordo com o *habitat* (espécimes que residem em rios ficam mais escuros), tamanho e maturação sexual do animal. As barbatanas dorsal e caudal, o dorso, os flancos e a cabeça estão cobertos por pequenas manchas pretas

características. A barbatana adiposa apresenta normalmente uma borda preta (Cowx, 2005). A cabeça é relativamente curta, convexa superiormente e o focinho obtuso com boca oblíqua que não ultrapassa o nível do olho correspondente. Nos machos adultos a maxila inferior está voltada para cima na sua extremidade anterior (Scott & Crossman, 1973).

A truta desenvolvida na água do mar apresenta uma taxa de crescimento elevada chegando aos 7-10 Kg em 3 anos enquanto que a truta de água doce, no mesmo período de tempo, apenas atinge os 4,5 Kg (Cowx, 2005).

Figura 5 – Macho adulto de truta arco-íris



Fonte: <http://2.bp.blogspot.com>

5.1.2. HABITAT

Inicialmente são bentopelágicos vivendo e alimentando-se aproximadamente a 100m do fundo assim como ao nível da plataforma continental (oportunistas alimentares), posteriormente tornam-se pelágicos vivendo e alimentando-se nas camadas média e superior da água, entre a superfície e os 200m (Mundy, 2005).

Frequenta águas relativamente puras que lhe asseguram taxas de oxigénio dissolvido elevadas (Scott & Crossman, 1973) e com baixos níveis de amónia (Klontz, 1991) sendo classificada como um peixe de água fria pois a temperatura ideal da água é de 15°C (Klontz, 1991).

É um peixe resistente que tolera grandes variações das condições ambientais (consegue adaptar-se a variações que podem ir dos 10°C aos 25°C) e de manejo pois os seus juvenis

adaptam-se facilmente à alimentação artificial (Eaton, McCormick, Goodno, O'Brien, Stefany, Hondzo & Scheller, 1995). Assim, podemos encontrar espécimes em *habitats* naturais tão diferentes como a truta que vive permanentemente em lagos ou a truta anádroma que vive no mar desovando em rios de correntes límpidas e oxigenadas.

5.1.3. ALIMENTAÇÃO

É uma espécie carnívora, variando o seu regime alimentar (ex. pequenos peixes e insectos), de acordo com a fauna existente (Scott & Crossman, 1973).

Ao nível da produção intensiva, as rações têm vindo a ser modificadas e a utilização do processo de extrusão tem permitido fornecer um alimento completo, altamente energético e específico para cada fase de desenvolvimento (Cowx, 2005). Para além disso, no norte da Europa, a sua variedade salmonada é muito apreciada no circuito comercial pois ao ser alimentada com ração enriquecida com carotenos (astaxantina ou cantaxantina) ou naturalmente com crustáceos, adquire uma coloração semelhante à do salmão (Page & Davies, 2006; Takahashi & Tabata, 2000).

5.1.4. HISTÓRIA DE PRODUÇÃO DA ESPÉCIE

DISTRIBUIÇÃO GLOBAL

Originalmente do oeste da América do Norte (Machado, Rigolino & Tabata, 2006), esta espécie encontra-se actualmente nos rios da vertente pacífica da América do Norte, do Alasca até à Califórnia, tendo sido introduzida na Europa em finais do séc. XXI (Doadrio, 2001).

A truta arco-íris, *Oncorhynchus mykiss* e sua variedade migratória ou anádroma, a truta arco-íris marinha ou “Steelhead”, difundiu-se por todo o mundo e é actualmente utilizada na pesca desportiva, na repovoação de cursos de água doce e no cultivo comercial. Recentemente, para além dos EUA e alguns países europeus que produzem a truta por razões históricas e culturais, a sua produção intensiva estendeu-se à Austrália, Ásia, Japão, América do Sul, Canadá e África. Dos salmonídeos de todo o globo, nenhum está tão predisposto ao cativeiro como a truta arco-íris devido à sua tolerância aos diferentes graus de temperatura, salinidade e concentrações de oxigénio. Aliando a estas características o seu rápido crescimento, esta espécie torna-se uma das preferidas para a produção intensiva em água doce destinada ao consumo humano (Holliman, 2000).

PRODUÇÃO INTENSIVA

Comparada com outras espécies cultivadas (ex. robalo, dourada) a truta necessita de administração contínua de água de boa qualidade com requisitos de oxigénio muito elevados, apresentando uma maior sensibilidade à amónia (NH_3), ao dióxido de carbono (CO_2) e aos sólidos em suspensão (Holliman, 2000).

OXIGÉNIO

Existem vários factores físicos, químicos e biológicos que podem influenciar a quantidade de oxigénio presente na água. Numa truticultura, a concentração mínima de oxigénio recomendada para os peixes em crescimento é de 5-5.5 mg/litro e de 6-7 mg/litro para os ovos e alevins (Martínez, 2009). Assim, a redução da concentração de oxigénio durante um grande período de tempo pode originar quadros patológicos associados, verificando-se ainda que níveis muito inferiores aos valores referidos produzem taxas de mortalidade elevadas (Holliman, 2000).

TEMPERATURA

Tal como qualquer peixe, a truta não tem capacidade própria para regular a sua temperatura corporal (animal poiquilotérmico ou exotérmico) pelo que depende totalmente do meio aquático onde está inserida. Assim, a temperatura tem uma influência fundamental sobre o controlo do ritmo do desenvolvimento embrionário, a engorda, o consumo de oxigénio, a eficiência e a conversão do peso. Para além disso, a temperatura influencia indirectamente a taxa de concentração de oxigénio dissolvido, a concentração de produtos metabólicos (amónia) e o tempo/grau de decomposição dos materiais depositados no fundo dos tanques (ex. excesso de comida, fezes). Assim, as temperaturas da água adequadas para a criação intensiva da truta arco-íris estão compreendidas entre 9-17°C, variando de acordo com a etapa de desenvolvimento (Holliman, 2000; Martínez, 2009).

pH

Tal como acontece com a temperatura e o oxigénio, conhecer os valores de pH (potencial de hidrogénio) é de grande importância pois este é um potencial factor de *stress*.

A truta prefere a água com um nível de pH de 7-7.5, conseguindo sobreviver em águas de pH baixo com maior facilidade que outros salmonídeos. A morte ocorre em valores acima de 11 e abaixo de 3, valores extremos. (Holliman, 2000; Martínez, 2009).

AMÓNIA (NH₃)

A composição química da água pode ser afectada pelo metabolismo dos peixes (ex. maior ou menor excreção que também pode estar associada a uma maior ou menor densidade populacional) ou pela degradação da matéria orgânica presente (ex. alimentação em excesso), ou seja, compostos à base de azoto que se decompõem em amónia (NH₃). Esta concentração de amónia tem particular relevância quando verificamos que a sua toxicidade varia em relação directa com os valores de temperatura e pH da água (Martínez, 2009). Deste modo, a concentração máxima recomendada de amónia é de 0,025 mg/litro (Holliman, 2000).

SÓLIDOS INERTES EM SUSPENSÃO

Os sólidos inertes em suspensão constituem um factor potencialmente lesivo associado ao meio ambiente aquático disponibilizado, podendo afectar as guelras e contribuir para a diminuição na absorção de oxigénio, ou mesmo levando à ocorrência de infecções (Klontz, G.W. 1991). Estes sólidos podem ser inorgânicos ou orgânicos na sua origem e o valor máximo aceitável é de 25 mg/litro (Holliman, 2000).

CICLO REPRODUTIVO

O ciclo reprodutivo das trutas no *habitat* natural difere muito do ciclo reprodutivo em cativeiro. Neste, as trutas chegam à maturidade sexual mas devido à inexistência dos estímulos naturais (como subir os rios contra a corrente das águas, construir ninhos entre as pedras ou a presença dos parceiros sexuais) não conseguem expelir os seus produtos sexuais (óvulos e sémen). Assim, para se ultrapassarem as dificuldades observadas na reprodução em cativeiro, o Homem viu-se obrigado a intervir realizando a “reprodução artificial” das trutas (Machado, T.M., Rigolino, M.G. & Tabata, Y.A., 2006).

DESOVA E FECUNDAÇÃO ARTIFICIAL

Os reprodutores são mantidos em canais ou em grandes tanques com acesso a água de alta qualidade, menor densidade populacional e taxas de alimentação inferiores às requeridas para a produção de peixes de engorda. Quando estes espécimes atingem os três anos de idade, são-lhes extraídos os ovos e o esperma manualmente antes da época de desova (Holliman, A., 2000, Machado et al, 2007; Martínez, 2009).

INCUBAÇÃO

A incubação divide-se em duas fases: da fecundação até à pigmentação ocular do embrião (“ovo olhado”) e desta até à eclosão (Holliman, A., 2000).

ALEVINAGEM

O período de alevinagem está compreendido entre a eclosão e a primeira alimentação externa pois os alevins apresentam um saco vitelino a partir do qual, dependendo da temperatura, se alimentam durante 2 a 6 semanas até alcançarem a fase de natção livre e de alimentação activa.

Quando os alevins estão com um peso aproximado de 200mg começam a adquirir pigmentação pelo que podem ser transferidos para tanques externos de alevinagem. Aqui, a densidade populacional depende basicamente da velocidade da água, do teor de oxigénio dissolvido e do tamanho do peixe.

Figura 6 – Alevim vesiculado



Fonte: “*An Essential Guide to Fish of the World*”, John Dawes.

ENGORDA

Esta fase dura aproximadamente um ano e, os três tipos de instalações principais são os tanques de terra, os canais (“*raceways*”) e os tanques de betão (Holliman, A., 2000).

Em qualquer população de trutas estabelece-se uma estrutura hierárquica que produz diferentes taxas de crescimento e uma grande variação no tamanho individual. Os comportamentos agonísticos (ex. mordeduras) são uma consequência muito frequente cuja ocorrência pode ser reduzida através da realização de uma classificação regular. Porém, o procedimento pode *stressar* indevidamente os peixes se for efectuado com muita frequência e consequentemente, reduzir as taxas de crescimento. Assim, um regime adequado consiste em

classificar uma vez nos tanques de alevins, depois ao transferi-los para tanques maiores, e por último duas ou três vezes durante a engorda (Holliman, A., 2000; Machado et al, 2007).

Figura 7 – Canais do centro aquícola de Manteigas, Serra da Estrela.



Figura 8 – Canais da truticultura de trutas Aco-íris da Madeira



Fonte: <http://www.infobibos.com>

5.2. TRUTA FÁRIO (SALMO TRUTTA)

TAXONOMIA

<p><u>Classe:</u> <i>Osteichthyes</i></p> <p><u>Subclasse:</u> <i>Teleostei</i></p> <p><u>Ordem:</u> <i>Salmoniformes</i></p> <p><u>Família:</u> <i>Salmonidae</i></p> <p><u>Género:</u> <i>Salmo</i></p> <p><u>Espécie:</u> <i>S. trutta</i> (Linnaeus 1758)</p> <p><u>Subespécie:</u> <i>S. trutta fario</i></p>
--

NOMES VULGARES

Em Portugal apenas são aceites as denominações comerciais de truta-marisca ou truta comum (Diário da república – I Série-B, 2004). Contudo, a truta fário (*Salmo trutta*) também é conhecida por: truta-de-rio, truta-de-água-doce, truta-sapateira, cambo, palmeira e pintada (Froese & Pauly, 2010).

5.2.1. MORFOLOGIA

Figura 9 – Juvenil *S. trutta fario*



Fonte: <http://www.fluviatilis.com>

Cabeça e olhos grandes, mandíbulas providas de dentes agudos e fortes. A sua coloração varia segundo o *habitat* e a idade. Contudo, o dorso é geralmente castanho a cinzento esverdeado com barbatana adiposa alaranjada na sua extremidade, o ventre esbranquiçado e os flancos esverdeados ou amarelados com manchas que podem ser avermelhadas (rodeadas por um círculo colorido) ou negras. Quando comparada com a truta *Oncorhynchus mykiss* verifica-se que a barbatana caudal não é completamente preenchida por manchas negras e que a sua boca se estende para lá do bordo posterior da órbita (Federação de Caça e Pesca da Beira Interior, 2010).

Figura 10 - Adulto *S. trutta fário*



Fonte: <http://lagoasdaestrela.blogspot.com>

5.2.2. HABITAT

São demersais pois, apesar de terem capacidade de natação activa, vivem e alimentam-se junto ao fundo dos rios ou, no caso da variante anádroma, junto ao fundo do mar (McDowall, 1997). Prefere rios com águas frias e oxigenadas, evita locais pouco profundos preferindo os que têm elevadas velocidades de corrente e consequentemente uma boa qualidade da água. (Morais, 2001).

Quando comparada com a truta *O. mykiss*, a *S. trutta* apresenta maior dificuldade de adaptação a temperaturas elevadas. Assim, pode ser encontrada em zonas com temperaturas dos 2°C aos 16°C e a temperatura ideal da água será de 13°C (Baensch & Riehl, 1991).

5.2.3. ALIMENTAÇÃO

Espécie carnívora muito voraz que se alimenta nas correntes de água, consumindo preferencialmente larvas aquáticas de insectos, crustáceos, moluscos, minhocas e insectos de origem terrestre que caem à água. Os indivíduos de maiores dimensões podem comer alevins, ovos de peixes, vairões, escalos e outros peixes pequenos (FCPBI, 2010).

Apresentam um padrão alimentar baseado numa tática de alimentação visual (predação) pelo que preferem águas límpidas e profundas em detrimento de águas paradas e turvas. Como espécie é considerada uma oportunista alimentar, variando a sua dieta de acordo com o *habitat*, a estação do ano, o tamanho e idade (Langeland, L'Abe'e-Lund, Jonsson & Jonsson, 1991).

5.2.4. HISTÓRIA DE PRODUÇÃO DA ESPÉCIE

DISTRIBUIÇÃO GLOBAL

Original da região biogeográfica correspondente à Europa, Norte de África e parte da Ásia, a norte dos Himalaias (distribuição Paleártica) (Doadrio, 2001; William & Alain, 1991). Em Portugal, apenas nas populações dos rios Minho e Lima se verifica a existência da sua variante migratória anádroma (Antunes & Weber 1990; Valente & Alexandrino, 1990). Assim, a unidade populacional do Parque Nacional da Peneda Gerês apresenta uma evolução diferenciada e um património genético único a nível nacional (Antunes, Faria, Weiss, & Alexandrino, 2001).

No total, a espécie *Salmo trutta* foi introduzida em pelo menos vinte e quatro países, incluindo a América e a Austrália, pelo que agora tem uma distribuição mundial (Elliot, 1994; Doadrio, 2001). As principais razões que contribuíram para a sua vasta distribuição estão relacionadas com a sua variabilidade ecológica, a sua excelente capacidade de distribuição e de colonização de novos cursos de água, assim como devido à sua reputação em circuitos de pesca e às suas características organolépticas (Pakkasmaa & Piironen, 2001).

PRODUÇÃO INTENSIVA

A truta fário (*S. trutta fario*) é uma das espécies com maior interesse para pesca desportiva sendo por isso, produzida essencialmente para repovoamento de cursos de águas de salmonídeos (portaria nº 462/2001, de 8 de Maio), não existindo um interesse particular para a produção intensiva.

Em Portugal Continental existem oito postos aquícolas que têm como principal objectivo a produção de ovos e alevins para reforço e melhoria da diversidade genética das populações selvagens de trutas (Maia, 2008). Contudo, num estudo efectuado na Trutalcôa (truticultura do Alto Côa) de Maio a Julho de 2003 concluiu-se que esta espécie, apesar de possuir características que a tornam muito sensível, exigindo águas com baixas temperaturas associadas a elevados parâmetros de qualidade, apresenta indicadores que tornam viável a sua produção em cativeiro (Gonçalves, Menezes & Rodrigues, 2006).

CICLO REPRODUTIVO

A maturidade sexual é atingida aos dois anos no caso dos machos e aos três no caso das fêmeas, podendo uma fêmea madura ter até 22% do seu peso nos ovários e conseguir manter os óvulos maduros por um período de 30 dias, até encontrar um local com condições favoráveis para a desova. Na altura da reprodução, os peixes reúnem-se em zonas de desova, normalmente locais pouco profundos, com cascalho grosseiro e correntes rápidas (Breton, 2007). Enquanto se encontram na zona de desova, entre o cascalho, os ovos e alevins estão mais protegidos dos predadores (Vibert, 1981). Com efeito, a saída da protecção das zonas de desova é caracterizada por uma enorme mortalidade (pode alcançar os 99%) quer por predadores, quer por esgotamento físico. Os alevins têm necessidade de estar permanentemente bem alimentados, procuram alimento incessantemente e a sua distribuição é semelhante à dos adultos, sendo que os peixes dominantes ocupam os melhores locais, afastando os mais pequenos que não têm outra alternativa a não ser procurar outras zonas de refúgio (Breton, 2007). Durante o primeiro verão mantêm-se frequentemente no seu rio de

origem, procurando comida e protegendo-se dos predadores (Elliott, 1994). Após este primeiro ano, pode ocorrer uma das seguintes quatro variantes do ciclo de vida dos juvenis de *Salmo trutta*: 1ª, os juvenis migram para rios maiores à procura de alimento e novos abrigos (Forseth, Næsje, Jonsson & Harsaker, 1999); 2ª, os juvenis migram para lagos (Jonsson, Næsje, Jonsson, Saksgard & Sandlund, 1999); 3ª, os juvenis migram para estuários e zonas costeiras para se alimentarem (variante anádroma) e voltam ao local de origem na época de reprodução (Jonsson & Jonsson, 2002); 4ª, os juvenis mantêm-se no rio de origem pois a população está de tal modo isolada num determinado local que os juvenis não conseguem migrar para um *habitat* que ofereça mais alimento (Rincón & Lobón-Cerviá, 2002).

Figura 11 - Ciclo reprodutivo *S. trutta* em natureza, adaptado de *Trout life Cycle*, CAEP.



Fonte: <http://www.dfg.ca.gov/>

CLASSIFICAÇÃO

CRITICAMENTE EM PERIGO. A redução da população nos últimos 10 a 15 anos pode ter atingido 98% do número de indivíduos maduros e prevê-se que possa continuar a diminuir nos próximos 10 a 15 anos. De acordo com dados referentes à abundância, diminuição da área de ocupação, alteração dos parâmetros de qualidade do *habitat* e expansão de espécies exóticas, as causas não são reversíveis nem cessaram (Instituto de Conservação da Natureza, 2006).

REPOVOAMENTOS

A conservação eficaz de uma espécie requer a preservação da diversidade genética e dos ecotipos ao qual está adaptada (Aparício, 1997). Assim, nas populações autóctones, é fundamental avaliar e fazer monitorizações para apurar os resultados do repovoamento ou da introdução da espécie seleccionada relativamente a: predação e competição, intra e inter-específicas; alterações do “pool” genético; transmissão de doenças; disponibilidade alimentar e densidade de indivíduos. É igualmente necessária uma prévia avaliação da necessidade, dos riscos inerentes ao repovoamento e da definição e caracterização dos biótopos onde estas operações podem ser desencadeadas (Cortes, 2001).

Os repovoamentos podem ter impacto a dois níveis: no material genético das espécies nativas, nomeadamente na diminuição da variabilidade genética entre indivíduos e na introgressão genética, ou seja, à introdução e posterior fixação de um material genético novo numa determinada população (Ryman, Utter & Hindar, 1995). Em 2004, Rui Lourenço analisou cento e seis anos de repovamentos dulciaquícolas em Portugal Continental e verificou que 92% das entradas da matriz são referentes a repovoamentos feitos com espécies de salmonídeos, dos quais 80% correspondem à utilização da subespécie *Salmo trutta fario* e 10% à espécie *Oncorhynchus mykiss*.

Em Portugal na bacia do Lima foi demonstrado que, apesar de esta ser a bacia hidrográfica mais repovoada por unidade de área com a espécie *Salmo trutta fario* (novecentos mil juvenis), a introgressão é mínima (Antunes, Alexandre & Ferrand, 1999). Resultado semelhante foi verificado num estudo sobre a estrutura genética das populações indígenas do Rio Tuela (Cortes, Santos, Teixeira & Oliveira, 2002), rio identificado como o mais repovoado, onde se concluiu que não existia derivação genética apesar de terem sido descobertos indivíduos com introgressão genética.

PESCA DESPORTIVA

A pesca desportiva em águas interiores tem tido um grande aumento nos últimos anos, talvez associada a um maior interesse pelas actividades de ar livre e de aproximação ao meio natural. Em Portugal, de acordo com os dados da DGRF (2006), o número de licenças emitidas para pesca desportiva desde 1980 a 2005, passou de 74 mil para 261 mil respectivamente.

Contudo, é de salientar que «A truta é a rainha dos peixes de rio pois a sua pesca é extremamente desportiva devido ao seu carácter esquivo e selectivo» (FCPBI, 2010).

DESENVOLVIMENTO EXPERIMENTAL

1. DESENHO EXPERIMENTAL

O presente estudo foi realizado na Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Técnica de Lisboa.

Adoptaram-se as normas de formatação das dissertações de Mestrado e das teses de Doutoramento da FMV/UTL (em vigor em 2008/2009), assim como os Princípios da Comissão Ética desta instituição.

A realização deste estudo enquadra-se na crescente contribuição dos estudos de comportamento para o desenvolvimento e regulação da indústria da aquacultura. Assim, foram analisados padrões de utilização de espaço e de comportamento agonístico em grupos uniformes e mistos de juvenis *Oncorhynchus mykiss* (truta arco-íris) e *Salmo trutta fario* (truta fário), respectivamente espécie de eleição mundial para produção de truta e espécie nativa de Portugal.

O estudo foi desenhado para ocorrer em quatro fases sendo que numa primeira fase se instalaram os aquários, tanques e respectivos sistemas de filtragem. Numa segunda fase procedeu-se à recolha dos peixes e aclimatização do cativo. Na terceira fase foram efectuadas observações livres para verificação de condições experimentais e definição de comportamentos a observar. Por fim, numa quarta fase realizaram-se as observações definitivas de comportamentos pré-determinados e recolha de dados.

O tratamento de dados estatísticos foi realizado através de análise estatística descritiva.

1.1. OBJECTIVOS

Os objectivos deste trabalho de investigação consistiram em:

- Comparar o comportamento agonístico em grupos uniformes (quatro indivíduos da mesma espécie) e mistos (dois indivíduos de cada espécie) em juvenis de truta *Oncorhynchus mykiss* (truta arco-íris) e *Salmo trutta fario* (truta fário);
- Comparar os padrões de utilização espacial em grupos uniformes e mistos em juvenis de truta *Oncorhynchus mykiss* (truta arco-íris) e *Salmo trutta fario* (truta fário);

1.2. HIPÓTESES EXPERIMENTAIS

- a) A truta *Oncorhynchus mykiss* (truta arco-íris) apresenta maior frequência de comportamentos agressivos de ataque nos grupos uniformes e mistos;
- b) As espécies de truta *Oncorhynchus mykiss* (truta arco-íris) e *Salmo trutta fario* (truta fário) apresentam diferentes padrões de utilização do espaço, incluindo esconderijos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. POPULAÇÃO DE ESTUDO

A amostra consistiu em sessenta juvenis de truta, trinta *Oncorhynchus mykiss* (truta arco-íris) e trinta *Salmo trutta fario* (truta fário) com aproximadamente 10 cm de comprimento, nascidos na primavera de 2008 e criados em cativeiro em Manteigas, Serra da Estrela. Em Março de 2009 os peixes foram transportados em gupos de cinco, dentro de sacos de 3 l preenchidos com 0,5 l de água e cerca de 1,5 l de O₂ medicinal, para a Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Técnica de Lisboa onde foram distribuídos por dois tanques de 800 l, de acordo com a espécie. A alimentação utilizada foi ração granulada adquirida na exploração de origem.

Figura 12 – Tanques de juvenis, Manteigas, Serra da Estrela.



2.2. REQUISITOS, PROCEDIMENTOS

A simulação do *habitat* natural das espécies foi efectuada através da manutenção de parâmetros mensuráveis tais como temperatura da água, tempo de exposição à luz e número de esconderijos disponíveis.

O estudo realizou-se numa sala com temperatura ambiente constante de 14° e luminosidade controlada (10 h diárias de luz, das 10:00 às 20:00) onde foram instalados dois tanques de 800 l e quatro aquários de 90 l cada.

Figura 13 – Tanque de 800 l preparado para a recepção dos juvenis de truta.



Figura 14 – Aspecto global da bancada com 3 dos 4 aquários de 90 l que foram utilizados para a realização dos ensaios.



Cada tanque estava equipado com um filtro biológico, um termómetro de vidro com ventosa e uma pedra difusora. Adicionalmente, uma bomba submergível para aquários permitia uma circulação de água de 100 l/minuto, garantindo a oxigenação da mesma.

Cada aquário foi equipado com um filtro biológico, duas pedras difusoras de ar, um termómetro de vidro com ventosa, cinco esconderijos e uma camada de areia (com seixos pequenos) a cobrir o fundo.

A manutenção das condições de observação para a realização do estudo foi garantida através de procedimentos regulares de alimentação, limpeza de filtros, limpeza de sólidos em suspensão e substituição de água (<30%). O controlo das mesmas foi efectuado através do registo das seguintes análises bissemanais: O₂, T, pH, GH (dureza geral da água), nitritos (NO₂) e nitratos (NO₃).

Conforme se pode verificar no gráfico 1 as condições mantiveram-se relativamente estáveis ao longo do tempo com excepção da variação dos nitratos (NO_3), consequência do ciclo do azoto, que têm de ser removidos periodicamente, por exemplo, através de mudanças parciais de água. Deste modo verificou-se uma maior acumulação de nitratos no tanque das trutas arco-íris, o que pode estar relacionada com o maior apetite demonstrado pelas mesmas e consequentemente maior quantidade de produtos de excretados.

Gráfico 1 – Média dos valores verificados nas análises bissemanais efectuadas durante o estudo, à água dos tanques e aquários, para as características de pH, O_2 , T, NO_2 , NO_3 , GH e KH.

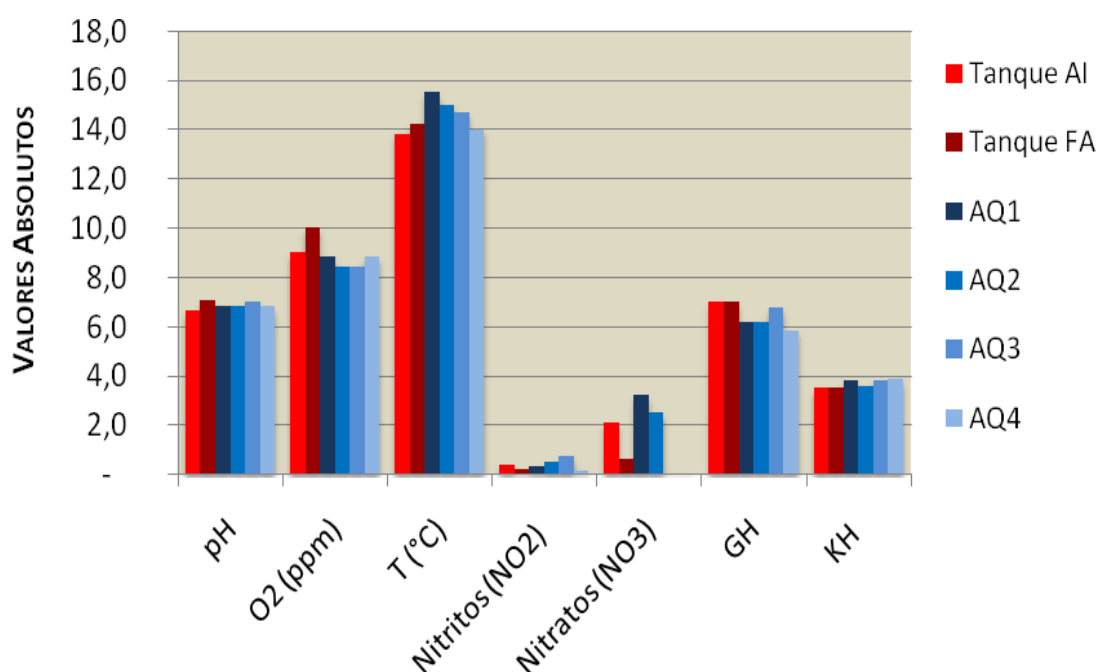


Tabela 1 – Intervalos de valores das análises efectuadas à água dos tanques (200 l) e dos aquários (90 l) durante o estudo.

pH	6,6 – 7,1
O_2 (ppm)	8,4 – 10
T (°C)	13,8 – 14,5
Nitritos (NO_2)	0,2 – 0,8
Nitratos (NO_3)	0,1– 3,2
GH	5,8 – 7
KH	3,5 – 3,8

2.3. MÉTODO DE OBSERVAÇÃO

Como método de observação foi escolhido o método de “amostragem focal” através do qual um ou mais indivíduos são observados por um período específico de tempo (Altmann, 1973). Os animais foram identificados através de características específicas como cor, manchas, tamanho, forma das barbatanas (caudal e dorsal) e os registos compreenderam a identidade do emissor, o comportamento interactivo do mesmo e a identidade do receptor.

Tendo em conta a possível fadiga do observador e a experiência do mesmo foi definido um período de observação diário por aquário de 40', o que fez um total de 160' por dia. Adicionalmente, com ajuda de adesivo hospitalar, foram definidos seis quadrantes de observação sendo os três superiores identificados como Q1, Q2, Q3 e os inferiores como Q4, Q5 e Q6. Assim, foram registadas as posições espaciais dos quatro indivíduos de cada aquário antes da alimentação, antes de cada observação focal de comportamento, nos intervalos das mesmas e no final.

Figura 15 – Aspecto definitivo de aquário de 90 l vazio com os 6 quadrantes definidos e preparado para a realização dos ensaios.



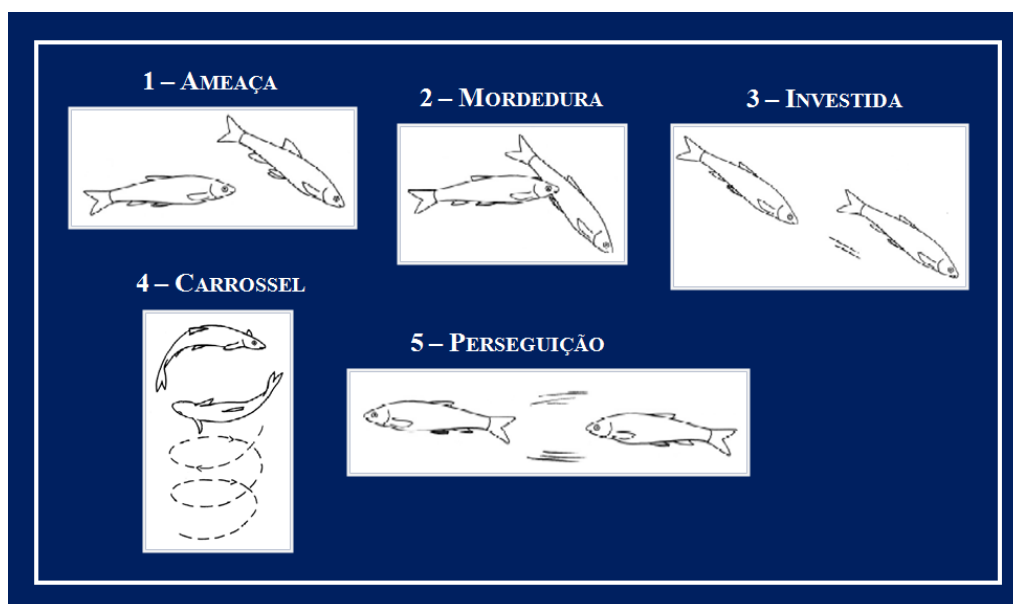
2.4. CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS

Inicialmente, após um período de quinze dias de aclimatização, foi considerada uma fase de observações livres para verificação de condições experimentais e definição dos comportamentos a observar. Assim, foram definidos grupos uniformes de seis indivíduos por

cada aquário de 90 l e, como esconderijos, foram disponibilizados seis tubos com 15 cm de comprimento por 5 cm de diâmetro.

Dos comportamentos agonísticos observados, à semelhança do que aconteceu com Robalo, Almada & Faria (2003), os seguintes foram definidos e classificados como comportamentos agressivos de ataque: ameaça; mordedura; toque; investida; perseguição e carrossel. Para além destes, foram considerados como comportamentos de subordinação os seguintes comportamentos verificados após um ataque, que podem ou não ter incluído contacto físico: fuga; imobilidade e recuo.

Figura 16 – Ilustração dos comportamentos agressivos de ataque observados durante o estudo, adaptado de Robalo et al (2003).



Relativamente às condições experimentais, após verificação de que os esconderijos escolhidos não mimetizavam de modo eficaz o *habitat* natural e que o nível de agressividade estava muito elevado, optou-se pela diminuição da densidade populacional para quatro indivíduos e a disponibilização de cinco esconderijos (quatro placas de mármore apoiadas nas paredes do aquário com 17 cm² de área e um tubo com 15 cm de comprimento por 5 cm de diâmetro).

Os animais utilizados foram devolvidos aos tanques de 800 l e após novo período de quinze dias, de modo a permitir a eliminação de eventuais relações hierárquias definidas, iniciou-se o primeiro de um total de quatro ensaios de observações definitivas.

Cada ensaio consistiu num período de dez dias de observações, com intervalo de dois dias, perfazendo um total de 40 h de observação por ensaio e de, 160 h no final do estudo.

Tabela 2 – Lista das datas dos quatro ensaios efectuados e do tipo de grupo utilizado em cada um.


	DATA	TIPO DE GRUPO
1º Ensaio	15 a 26 de Dezembro de 2008	grupo misto
2º Ensaio	05 a 16 de Janeiro de 2009	grupo uniforme
3º Ensaio	26 Janeiro a 06 de Fevereiro de 2009	grupo misto
4º Ensaio	16 a 27 de Fevereiro de 2009	grupo uniforme

Para o 1º e para o 3º ensaio, em cada aquário de 90 l, foram colocados grupos mistos (dois juvenis de truta arco-íris e dois de truta fário) com características de tamanho semelhantes, enquanto que no 2º e 4º ensaios se optou por utilizar grupos uniformes (quatro juvenis de truta arco-íris ou quatro de truta fário).

As observações diárias eram efectuadas antes das operações de maneo e o procedimento adoptado, após registo da posição inicial de todos os indivíduos do 1º aquário a ser observado em TPL criado para o efeito (figura 17), consistia em alimentar os animais, aguardar 20', registar novamente as posições de todos, observar e registar interações sociais do 1º indivíduo durante 10', registar posições finais de todos e repetir os procedimentos para todos os indivíduos do aquário em questão de modo a garantir a observação focal de todos os 16 indivíduos do ensaio.

Assim, foram efectuados seis registos diários por aquário o que per fez 24 registos diários e 240 por ensaio.

Figura 17 – TPL criado para se efectuar o registo diário das posições e comportamentos dos juvenis observados.

 UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA "Estudo do comportamento agonístico em juvenis de truta."			
DATA _____			
AQUÁRIO Nº _____			
INÍCIO		ALIMENTAÇÃO	
1 - AI 1		1 - AI 1	
2 - AI 2		2 - AI 2	
3 - Fário 1		3 - Fário 1	
4 - Fário 2		4 - Fário 2	
AI 1		AI 2	
1 - AI 1		1 - AI 1	
2 - AI 2		2 - AI 2	
3 - Fário 1		3 - Fário 1	
4 - Fário 2		4 - Fário 2	
FÁRIO 1		FÁRIO 2	
1 - AI 1		1 - AI 1	
2 - AI 2		2 - AI 2	
3 - Fário 1		3 - Fário 1	
4 - Fário 2		4 - Fário 2	

O processo perfazia um total de 60' e diariamente, de modo a evitar erro humano e garantir a isenção, tanto o 1º aquário a ser observado como o 1º indivíduo eram alterados, sendo a escolha efectuada de modo sequencial e repetitivo conforme identificado na tabela 3.

Tabela 3 – Ordem inicial pela qual os indivíduos de cada grupo foram observados.

1º E 3º ENSAIOS - GRUPOS MISTOS			2º E 4º ENSAIOS - GRUPOS UNIFORMES		
Dias	1º Aquário analisado	1º Indivíduo a ser observado em cada aquário	Dias	1º Aquário analisado	1º Indivíduo a ser observado em cada aquário
1º	AQ1	AI1	1º	AQ1	AI1 ou F1
2º	AQ2	AI2	2º	AQ2	F2 ou AI2
3º	AQ3	F1	3º	AQ3	AI3 ou F3
4º	AQ4	F2	4º	AQ4	F4 ou AI4
(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)

Os registos efectuados traduziram duas grandes análises, nomeadamente “interacção social” e “ocupação espacial”. No 1º caso, foram registados os comportamentos agonísticos de ameaça, carrossel, fuga, investida, mordedura, imobilidade, perseguição, recuo e toque, enquanto que no 2º caso, foram registados posicionamentos em Q1, Q2, Q3, Q4, Q5, Q6, PE, P1, P2, PD ou T0. Em situações de dúvida foram estabelecidos critérios que permitissem uma consistência de classificação no momento do registo da localização ou do comportamento. Assim, quando o indivíduo que estava a ser observado se encontrava entre dois quadrantes, considerou-se que o registo correcto deveria ser efectuado tendo em conta o quadrante onde está a cabeça. Por outro lado, quando o indivíduo 1 persegue o indivíduo 2, de modo a evitar duplicação de dados, o registo apenas foi efectuado no ficheiro do animal que estava a ser observado no momento da interacção.

Figura 18 – Juvenil *O. mykiss* entre os quadrantes Q5 e Q6, sendo o quadrante Q5 aquele que foi considerado para registo da posição observada.



2.4.1. OCUPAÇÃO ESPACIAL

Em cada dia de observações foram realizados 6 registos por aquário, totalizando 3860 registos (960 por cada ensaio nos 4 aquários). A ocupação dos peixes foi registada de acordo com a sua localização no aquário durante os períodos de observação:

- Q1, Q2 e Q3 – espaço livre dos quadrantes superiores dos aquários de 90 l
- Q4, Q5 e Q6 – espaço livre dos quadrantes inferiores dos aquários de 90 l
- T0 – Tubo no fundo dos aquários de 90 l (Q4)
- PE e PD – pedras encostadas respectivamente às paredes esquerda (Q4) e direita (Q6) dos aquários de 90 l
- P1 e P2 – 1ª e 2ª pedras encostadas à parede posterior dos aquários de 90 l

Os resultados obtidos podem ser agrupados quanto à utilização do espaço indiferenciadamente relativamente à espécie ou tipo de grupo, quanto ao tipo de grupo e quanto à espécie em questão.

2.4.2. INTERACÇÃO SOCIAL

Para este estudo foram registados os comportamentos agonísticos pré-definidos: comportamentos agressivos de ataque e os de subordinação consequentes. Os resultados obtidos foram agrupados quanto à totalidade de comportamentos observados, ao tipo de grupo estudado e à espécie em questão.

Ao considerar o tipo de comportamentos observados na totalidade, obtiveram-se os seguintes resultados:

- Ameaça – um peixe desloca-se para perto de outro mantendo uma posição perpendicular ou paralela em relação a este; seguidamente pode ocorrer qualquer um dos outros comportamentos (por exemplo: mordedura seguida de perseguição, recuo por parte do ameaçado);
- Mordedura – um peixe morde outro, geralmente na barbatana dorsal, parte superior da barbatana caudal e barbatana anal;
- Investida – quando um peixe acelera perpendicularmente em direcção a outro, batendo com violência a meio do corpo deste ou no pedúnculo caudal;

- Toque – movimento de cabeça, tocando ligeiramente noutro peixe que esteja perto de modo a que, por exemplo, este saia de um esconderijo;
- Perseguição – um peixe que rapidamente persegue outro que está em fuga;
- Carrossel – dois peixes que nadam rapidamente em círculos, ou semi-círculos, com a cabeça de um em direcção à barbatana caudal de outro podendo terminar este comportamento quando um deles consegue morder ou fugir;
- Fuga – após contacto ou ameaça, o peixe nada rapidamente para longe do agressor;
- Imobilidade – após contacto por toque ou mordedura, o peixe se mantém no mesmo local sem reacção aparente;
- Recuo – após contacto ou ameaça, o peixe recua cerca de 1-2 cm nadando “para trás”.

2.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA

ESTATÍSTICA DESCRITIVA

A estatística descritiva consistiu na obtenção de médias individuais e somatórios das variáveis consideradas.

A estatística inferencial como a utilização de coeficientes de correlação (Anova) não foi efectuada pois o número de observações não permitiu a caracterização da hierarquia dos indivíduos. Como é defendido por Faria, Almada & Nunes (1998) e Faria & Almada (2001), as relações hierárquicas são determinadas pelo tipo de comportamentos demonstrados que, por sua vez, estão directamente relacionados com procura de esconderijos.

Em alguns grupos foi possível determinar o animal dominante ou o animal mais submisso mas nem sempre as relações hierárquicas foram claras. Assim, não foi possível comparar inequivocamente indivíduos de grupos e aquários diferentes pelo que apenas foram efectuadas comparações de grupo ou espécie.

3. APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

3.1. INTERACÇÃO SOCIAL DE JUVENIS DE TRUTA FÁRIO E TRUTA ARCO-ÍRIS EM GRUPOS UNIFORMES E EM GRUPOS MISTOS

3.1.1. ASPECTOS GERAIS DO COMPORTAMENTO RELACIONAL OBSERVADO EM GRUPOS UNIFORMES E MISTOS

Na tabela 4 podemos verificar a totalidade das interacções comportamentais agonísticas que foram observadas durante os quatro ensaios e que foram classificadas como comportamentos agressivos de ataque ou comportamentos de subordinação.

Tendo em conta o número de eventos observados verifica-se que a percentagem de comportamento agressivo de ataque com origem em juvenis de truta fário, quando inseridos em grupos uniformes (74,6%), é consideravelmente maior que a percentagem de comportamento agressivo de ataque verificada quando inseridos em grupos mistos (6,7%) constituídos por dois juvenis de cada espécie.

Por outro lado, a percentagem de comportamento agressivo de ataque com origem em juvenis de truta arco-íris em grupos uniformes e mistos varia em 12,3%, sendo maior quando os juvenis se encontram inseridos em grupos mistos (72,4%).

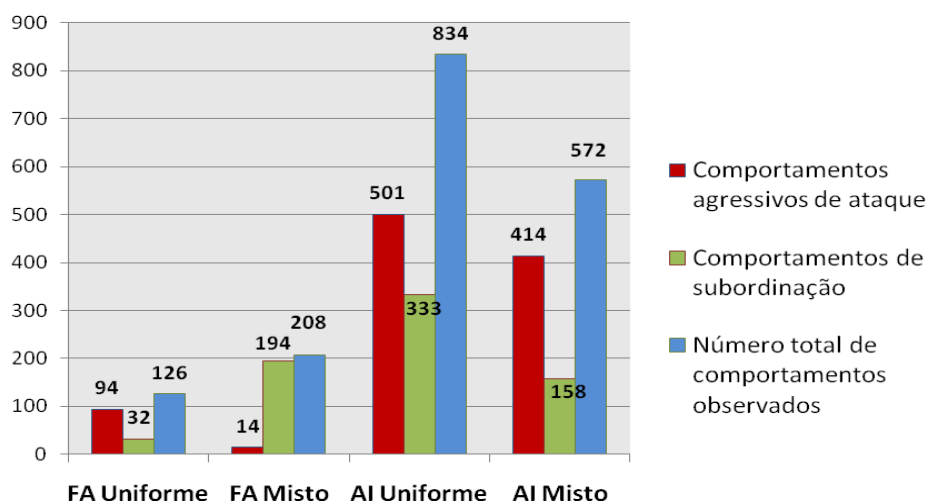
Tabela 4 - Somatório do número de comportamentos relacionais observados nos diferentes ensaios para as duas espécies de juvenis de truta.

		COMPORTAMENTOS AGRESSIVOS DE ATAQUE	COMPORTAMENTOS REACTIVOS	TOTAL	COMPORTAMENTO AGRESSIVO DE ATAQUE (%)
GRUPOS UNIFORMES	FAxFA	94	32	126	74,6%
	AIxAI	501	333	834	60,1%
GRUPOS MISTOS	FAxFA / FAxAI	14	194	208	6,7%
	AIxAI / AIxFA	414	158	572	72,4%

Nos grupos uniformes de truta arco-íris o comportamento agressivo de ataque representa 60% do número total de comportamentos observados enquanto que em grupos mistos a incidência de comportamento agressivo de ataque com origem em juvenis de truta arco-íris aumenta para 72%.

Nos grupos uniformes de juvenis de truta fário o comportamento agressivo de ataque representa 75% do comportamento relacional observado, ao passo que em grupos mistos este comportamento quase desaparece passando a constituir apenas 6,7% (ocorre uma diminuição significativa do comportamento agressivo de ataque face ao observado em grupos uniformes).

Gráfico 2 – Aspecto geral do comportamento da truta fário e da truta arco-íris em grupos uniformes e mistos



Primariamente, podemos constatar que as trutas arco-íris apresentam um número superior de comportamentos agressivos de ataque face às trutas fário: em grupos uniformes 5,3 vezes superior (94 vs 501) e em grupos mistos, 29,6 vezes superior (14 vs 414).

Por outro lado, o número total de comportamentos observados nos juvenis de truta fário aumentou 65% nos grupos mistos, ao passo que na truta arco-íris diminuiu 31%. Esta diminuição na truta arco-íris ocorreu em ambos os comportamentos, mas sobretudo nos comportamentos de subordinação (53%) sendo menor a diminuição no comportamento agressivo de ataque (17%). Já na truta fário os comportamentos agressivos de ataque em grupos mistos diminuíram 85% face aos grupos uniformes, ao passo que os comportamentos de subordinação aumentaram 6 vezes (32 vs 194).

3.1.2. COMPORTAMENTO AGRESSIVO DE ATAQUE EM GRUPOS UNIFORMES E MISTOS

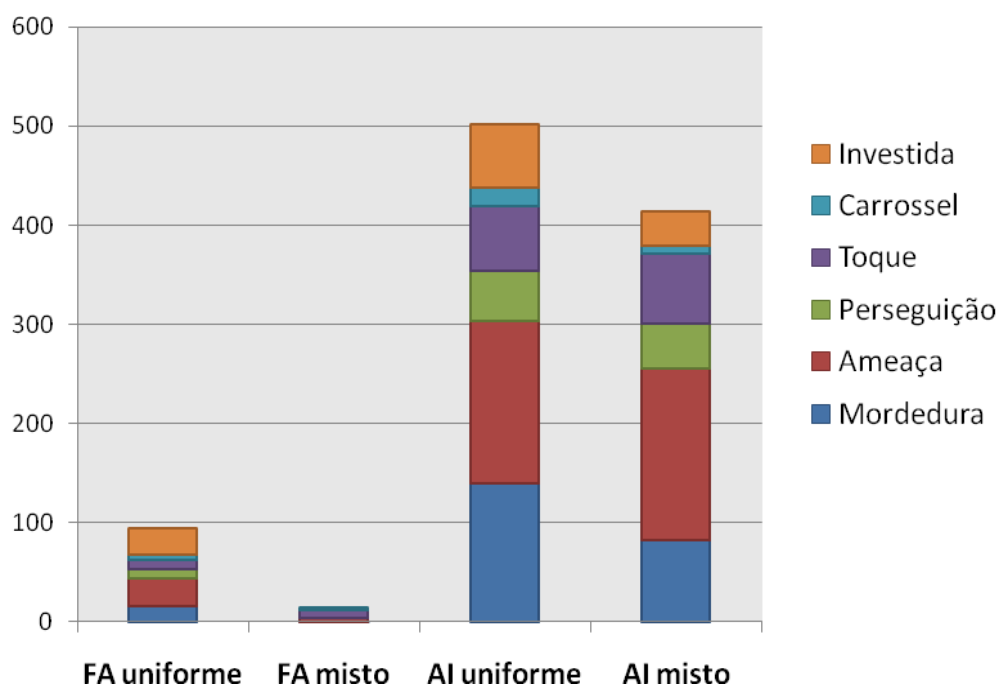
Quando analisamos a frequência de comportamentos agressivos de ataque observados, a tabela 5 mostra-nos claramente a quase anulação do comportamento agressivo dos juvenis da truta fário em grupos mistos (94 vs 14).

Tabela 5 – Somatório dos tipos de comportamentos agressivos de ataque observados nos diferentes ensaios com origem nos juvenis das duas espécies de truta consideradas.

		MORDEDURA	AMEAÇA	PERSEGUIÇÃO	TOQUE	CARROSSEL	INVESTIDA	TOTAL
GRUPOS UNIFORMES	FAxFA	16	28	9	9	5	27	94
	AIxAI	139	164	51	65	18	64	501
GRUPOS MISTOS	FAxFA / FAxAI	1	3	0	7	3	0	14
	AIxAI / AIxFA	82	173	45	71	8	35	414

Podemos também verificar a diminuição de comportamentos agressivos de ataque dos juvenis de truta arco-íris em grupos mistos que corresponde essencialmente à diminuição dos comportamentos de investida e de mordedura: 41% de diminuição da mordedura (139 vs 82) e 45% de diminuição da investida (64 vs 35).

Gráfico 3 – Distribuição dos tipos de comportamento agressivo de ataque observado em juvenis de truta fário e truta arco-íris de acordo com os subgrupos considerados.



3.1.3. COMPORTAMENTO DE SUBORDINAÇÃO EM GRUPOS UNIFORMES E MISTOS

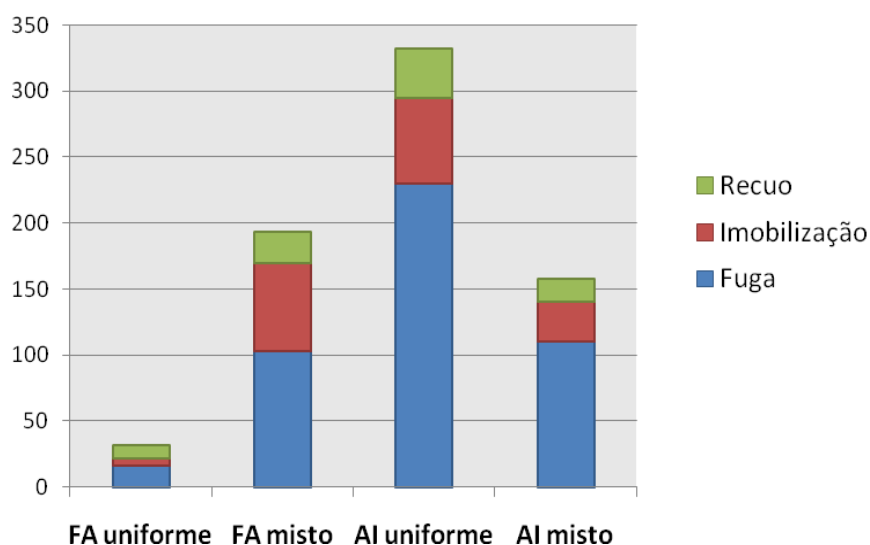
Como já tínhamos observado anteriormente, ocorreu um aumento de seis vezes nos comportamentos de subordinação observados em juvenis de truta fário em grupos mistos (32 vs 194), ao passo que estes diminuem para metade nos juvenis de truta arco-íris (333 vs 158).

Tabela 6 – Somatório do número de comportamentos de subordinação observados nos diferentes ensaios para as duas espécies de truta.

		FUGA	IMOBILIZAÇÃO	RECUO	TOTAL
GRUPOS UNIFORMES	FAxFA	16	6	10	32
	AIxAI	230	65	38	333
GRUPOS MISTOS	FAxFA / FAxAI	103	67	24	194
	AIxAI / AIxFA	111	30	17	158

Como se pode observar no gráfico 4, este aumento de comportamentos de subordinação demonstrado pelos juvenis da truta fário deve-se essencialmente ao aumento da imobilização e da fuga: 11 vezes para a imobilização (6 vs 67) e 6 vezes para a fuga (16 vs 103).

Gráfico 4 – Distribuição dos tipos de comportamento de subordinação observado em juvenis de truta fário e truta arco-íris de acordo com os subgrupos considerados.



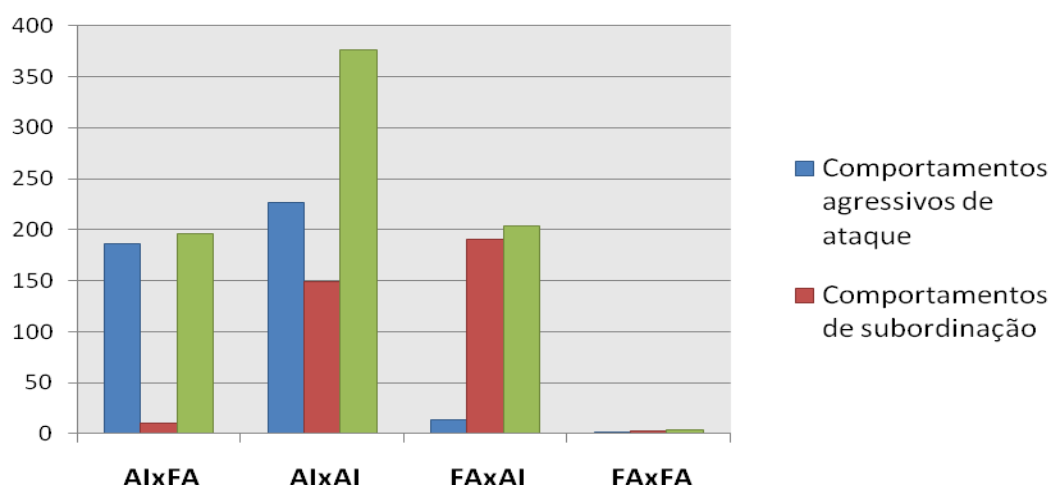
3.1.4. COMPORTAMENTOS INTRA E INTERESPECÍFICOS EM GRUPOS UNIFORMES E MISTOS

Tabela 7 – Somatório do número de interações intra e interespecíficas registadas de acordo com o tipo de comportamento observado em grupos mistos.

		COMPORTAMENTOS AGRESSIVOS DE ATAQUE	COMPORTAMENTOS DE SUBORDINAÇÃO	TOTAL
GRUPOS MISTOS	AIxFA	186	10	196
	AIxAI	227	149	376
	FAxAI	13	191	204
	FAxFA	1	3	4

O número total de interações observadas entre trutas fário e arco-íris nos grupos mistos é semelhante: 204 comportamentos exibidos por trutas fário em relação a trutas arco-íris (FAxAI) e 196 exibidos por trutas arco-íris relativamente a trutas fário (AIxAI). O número de comportamentos exibido entre trutas arco-íris (AIxAI) é de 376, quase o mesmo das interações com a outra espécie (400).

Gráfico 5 – Distribuição do tipo de comportamento observado em grupos mistos de acordo com a orientação das interações intra e interespecíficas registadas



Da análise do gráfico 5 podemos observar que, apesar do aumento do comportamento de subordinação das trutas fário em grupos mistos, a interação entre indivíduos da mesma

espécie é quase nula: apenas 4 interações (FAxFA) vs 400 observadas entre trutas fário e trutas arco-íris (FAxAI e AIxFA).

Também é evidente que os comportamentos demonstrados pelas trutas fário face às trutas arco-íris (FAxAI) são essencialmente comportamentos de subordinação (93,6%), ao passo que os comportamentos das trutas arco-íris face às fário (AIxFA) são na quase totalidade comportamentos agressivos de ataque (94,8%).

Tabela 8 – Somatório do número de interações intra e interespecíficas registadas de acordo com o tipo de comportamento agressivo de ataque observado em grupos mistos

		MORDEDURA	AMEAÇA	PERSEGUIÇÃO	TOQUE	CARROSSEL	INVESTIDA	TOTAL
GRUPOS MISTOS	AIxFA	54	70	20	25	1	16	186
	AIxAI	28	102	25	46	7	19	227
	FAxAI	1	3	0	6	3	0	13
	FAxFA	0	0	0	1	0	0	1

Tabela 9 – Somatório do número de interações intra e interespecíficas registadas de acordo com o tipo de comportamento de subordinação observado em grupos mistos

		FUGA	IMOBILIZAÇÃO	RECUO	TOTAL
GRUPOS MISTOS	AIxFA	7	3	0	10
	AIxAI	104	28	17	149
	FAxAI	101	66	24	191
	FAxFA	2	1	0	3

Analisando os gráficos 6 e 7 relativos ao comportamento intra-específico dos juvenis de truta arco-íris nos grupos uniformes e mistos verifica-se que o padrão geral de comportamento não se encontra significativamente alterado. Situação comprovada através da diferença pouco significativa (0,4%) dos valores acumulados de comportamentos de subordinação (40 vs 39,6%) e agressivos de ataque (60 vs 60,4%) observados nos respectivos gráficos.

Gráfico 6 – Interação AIxAI grupo uniforme (tabelas 5 e 6).

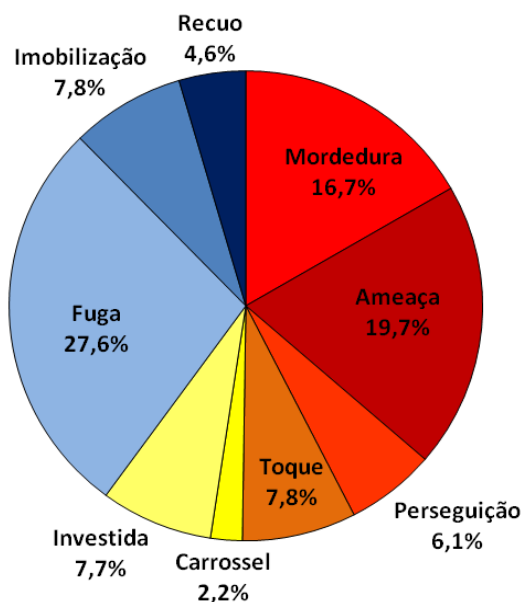
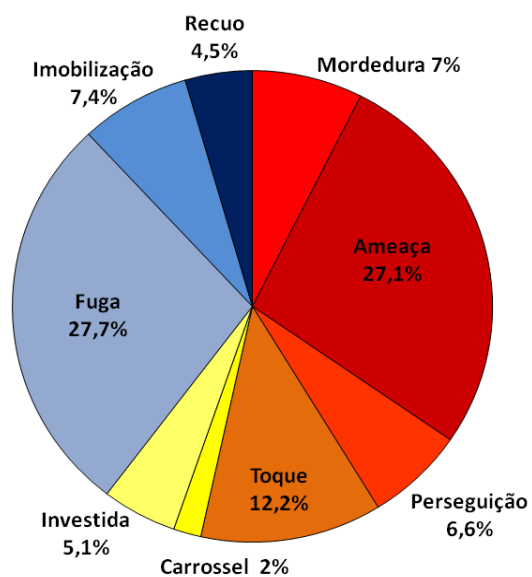
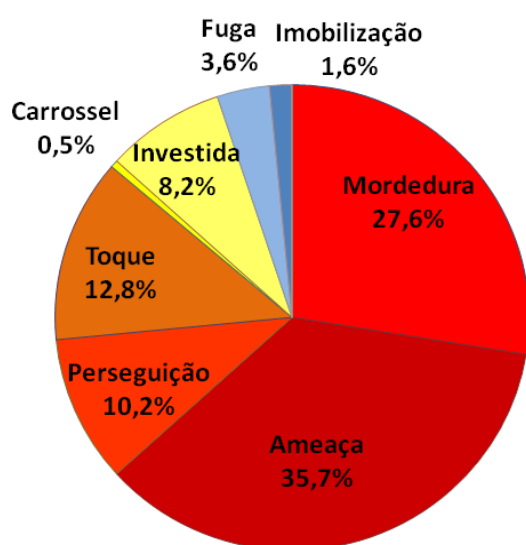


Gráfico 7 – Interação AIxAI grupo misto (tabelas 8 e 9).



Nos grupos mistos (gráfico 8) observa-se que os juvenis de truta arco-íris demonstram maior número de comportamentos agressivos de ataque como ameaça, perseguição ou carrossel (28 vs 41,3%) em detrimento de comportamentos como a mordedura, toque e investida (32,2 vs 24,3%).

Gráfico 8 – Interação AIxFA grupo misto (tabelas 7 e 8)



Observando o comportamento interespecífico dos juvenis de truta arco-íris nos grupos mistos podemos então notar uma alteração significativa nos padrões de comportamento dos juvenis de truta arco-íris perante juvenis de truta fário: o comportamento agressivo de ataque passa a constituir 94,8% do comportamento total exibido quando, perante indivíduos da mesma espécie constitui cerca de 60% (em grupos uniformes e mistos).

Ao compararmos o comportamento agressivo de ataque da truta arco-íris com a sua congénere (gráfico 7) e com a truta fário (gráfico 8) em grupos mistos, podemos constatar que a truta arco-íris apresenta ligeiros aumentos em comportamentos como investida 3,1% (5,1 vs 8,2%), toque 0,6% (12,2 vs 12,8%) e perseguição 3,6% (6,6 vs 10,2%), aumentos evidentes nos comportamentos de ameaça (27 vs 36%) e sobretudo no comportamento de mordedura (7 vs 27,6%). Por outro lado, relativamente ao comportamento de subordinação verifica-se uma diminuição de 34,4% apresentando valores de 5,2% nos comportamentos de fuga e imobilização.

Gráfico 9 – Interacção FAXFA grupo uniforme (tabelas 4 e 5).

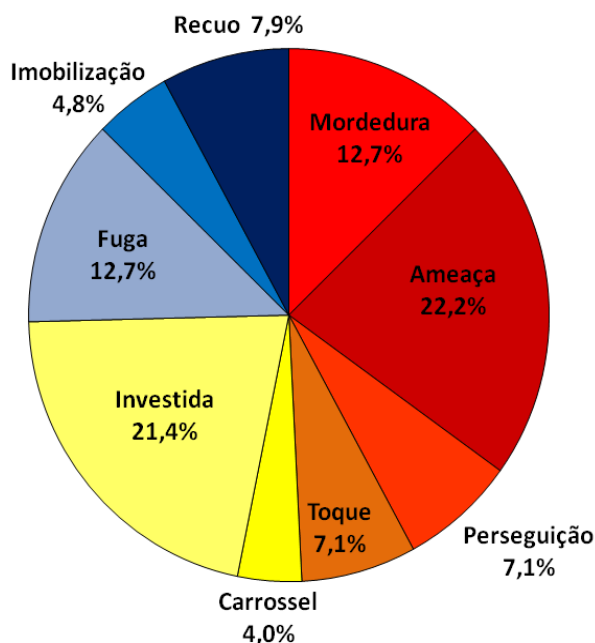
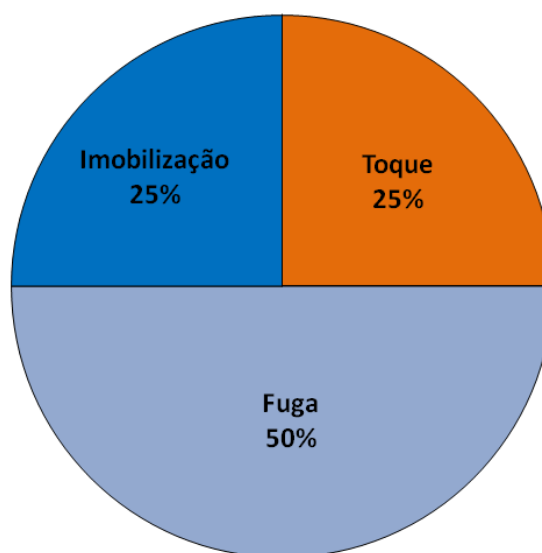


Gráfico 10 – Interacção FAXFA grupo misto (tabelas 7 e 8).

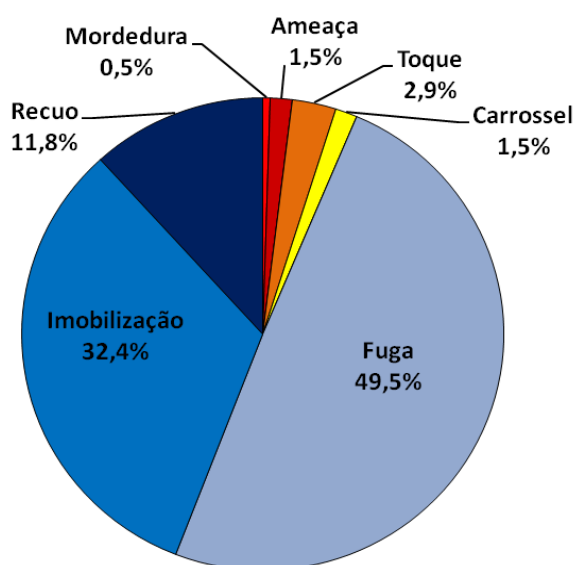


O comportamento intra-específico dos juvenis de truta fário nos grupos uniformes e mistos pode ser analisado nos gráficos 9 e 10 onde se pode verificar que o comportamento

agressivo de ataque diminui de 74,6% nos grupos uniformes para 25% nos grupos mistos, onde o padrão geral de comportamento se encontra significativamente alterado.

Nos grupos uniformes observa-se então a ocorrência significativa dos comportamentos agressivos de ataque como a ameaça (22,2%), investida (21,4%), mordedura (12,7%) e perseguição (7,1%), assim como a ocorrência do comportamento de subordinação de recuo (7,9%), comportamentos estes que não se registaram nos grupos mistos onde apenas se observaram os comportamentos de fuga (50%), toque (25%) e imobilização (25%).

Gráfico 11 – Interação FxAI grupo misto (tabelas 7 e 8)



Relativamente ao comportamento interespecífico dos juvenis de truta fário (FAxAI) nos grupos mistos, ao comparar o gráfico 11 com o gráfico 10, podemos verificar claramente que os padrões de comportamento se invertem: a truta fário passa a exibir apenas 6,4% de comportamento agressivo de ataque perante a truta arco-íris e 93,7% do seu comportamento é de subordinação.

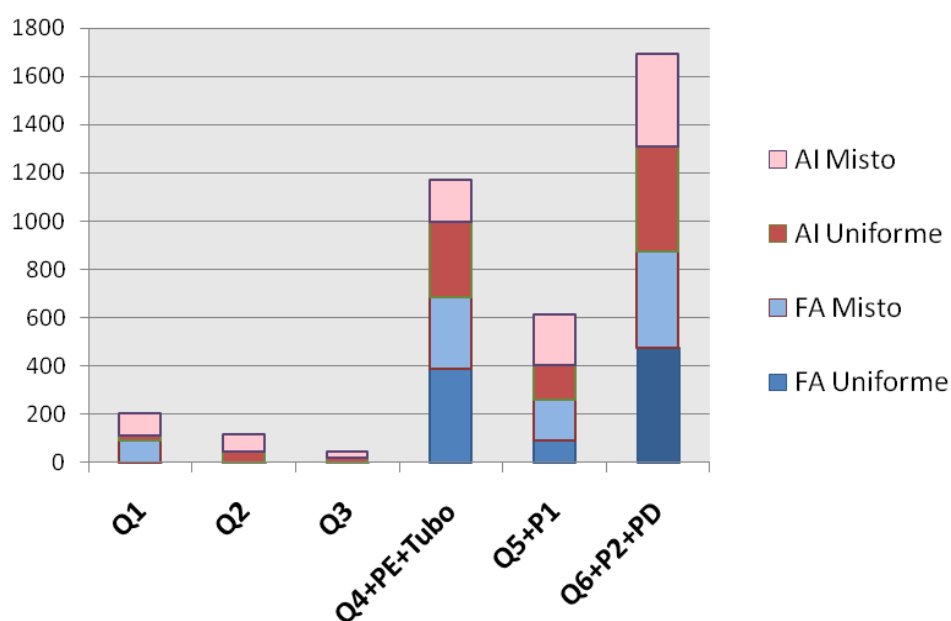
3.2. OCUPAÇÃO ESPACIAL DE JUVENIS DE TRUTA FÁRIO E TRUTA ARCO-ÍRIS QUANDO EM GRUPOS UNIFORMES E MISTOS

3.2.1. ASPECTOS GERAIS DA DISTRIBUIÇÃO POR QUADRANTES EM GRUPOS UNIFORMES E MISTOS

Tabela 10 - Distribuição das 3840 localizações observadas ao longo dos 4 ensaios realizados de acordo com a espécie e com o tipo de grupo considerado.

		Q1	Q2	Q3	Q4+PE+TUBO	Q5+P1	Q6+P2+PD	TOTAL
GRUPOS UNIFORMES	FA	5	3	2	389	88	473	960
	AI	22	37	14	310	140	437	960
GRUPOS MISTOS	FA	84	3	4	296	173	400	960
	AI	94	73	23	177	210	383	960
TOTAL		205	116	43	1172	611	1693	

Gráfico 12 – Distribuição das espécies observadas por quadrantes de acordo com o tipo de grupo considerado.



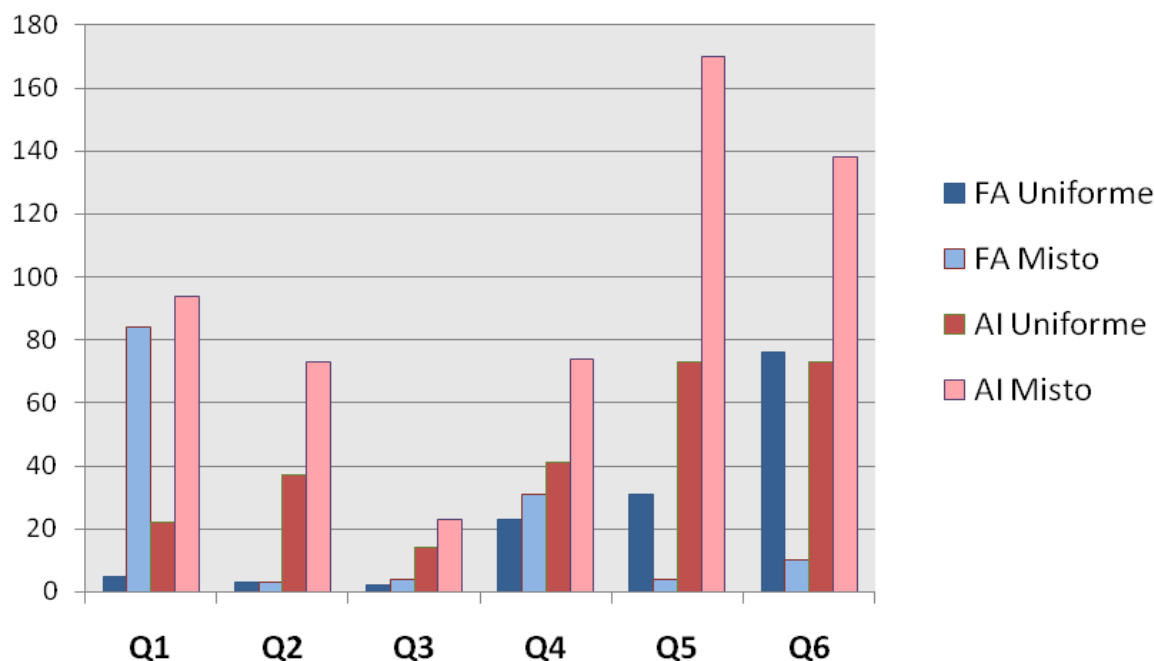
Os quadrantes Q1 a Q3 encontram-se na metade superior do aquário, e os quadrantes Q4 a Q6 na metade inferior do aquário e incluem os esconderijos. Assim, no gráfico 12 podemos verificar que a ocupação dos quadrantes inferiores (incluindo os esconderijos) é cerca de 10 vezes superior à da superfície do aquário (90,5 vs 9,5%) considerando todos os grupos. Podemos também observar que a ocupação do quadrante superior pelos indivíduos de grupos mistos (14,6%) é superior àquela observada nos grupos uniformes (4,3%).

3.2.2. OCUPAÇÃO DE ESPAÇO LIVRE

Tabela 11 - Distribuição das localizações observadas em espaço livre de acordo com a espécie e com o tipo de grupo considerado.

		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	TOTAL
GRUPOS UNIFORMES	FA	5	3	2	23	31	76	140
	AI	22	37	14	41	73	73	260
GRUPOS MISTOS	FA	84	3	4	31	4	10	136
	AI	94	73	23	74	170	138	572

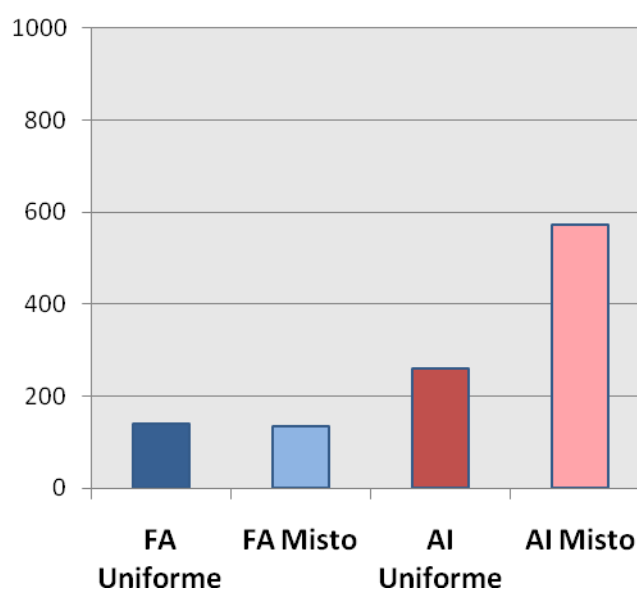
Gráfico 13 – Ocupação do espaço livre por quadrantes tendo em conta o grupo observado.



Podemos observar que a ocupação do espaço livre pelos juvenis de truta arco-íris nos grupos mistos aumentou em todos os quadrantes face ao observado nos grupos uniformes, nomeadamente cerca de 2,6 vezes nos quadrantes superiores (73 vs 190) e 2 vezes nos quadrantes inferiores (187 vs 382).

No caso dos juvenis de truta fário ocorre um aumento significativo de ocupação de espaço livre no quadrante Q1 em grupos mistos (5 vs 87), um ligeiro aumento no quadrante Q4 (23 vs 31) e uma marcada diminuição na ocupação dos outros quadrantes inferiores, Q5 e Q6 (107 vs 14).

Gráfico 14 – Ocupação global do espaço livre (Q1-Q6) de acordo com o grupo observado.



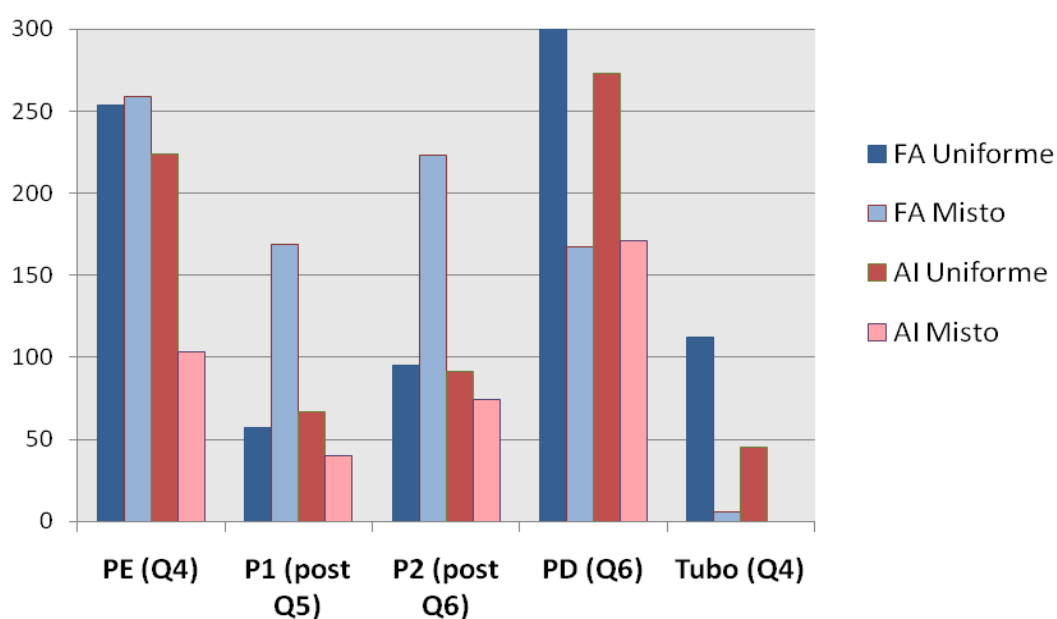
De acordo com a tabela 11, confirma-se no gráfico 14 que existe uma maior ocupação do espaço livre por parte dos juvenis de truta arco-íris quando inseridos em grupos uniformes ou mistos perfazendo 75% das observações. Por outro lado, verifica-se uma ligeira diminuição da utilização do espaço livre por parte de juvenis de truta fário em grupos mistos (12,3%) quando comparados com os grupos uniformes (12,6%).

3.2.3. OCUPAÇÃO DE ESCONDERIJOS

Tabela 12 - Distribuição das localizações observadas em esconderijos de acordo com a espécie e com o tipo de grupo considerado.

		PE (Q4)	P1 (post Q5)	P2 (post Q6)	PD (Q6)	tubo (Q4)	TOTAL
GRUPOS UNIFORMES	FA	254	57	95	302	112	820
	AI	224	67	91	273	45	700
GRUPOS MISTOS	FA	259	169	223	167	6	824
	AI	103	40	74	171	0	388

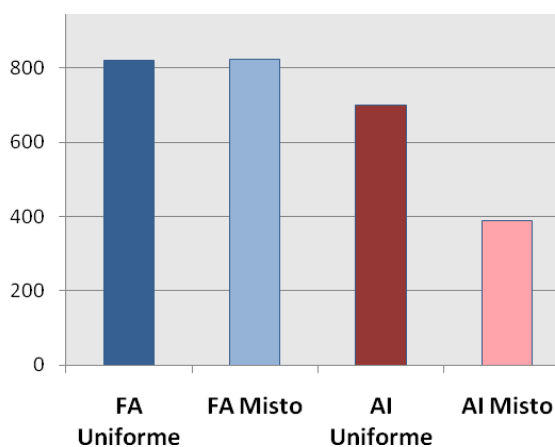
Gráfico 15 – Ocupação dos esconderijos por quadrantes tendo em conta o grupo observado.



Podemos observar que a ocupação de esconderijos pelos juvenis de truta arco-íris nos grupos mistos diminuiu em todos os quadrantes face ao observado nos grupos uniformes.

Em grupos mistos os juvenis de truta fário não alteraram significativamente a ocupação da pedra esquerda, PE (254 vs 259) e aumentaram a ocupação das pedras posteriores P1 e P2 (152 vs 392) face aos restantes esconderijos (PD e T0) onde se verificou uma marcada diminuição da ocupação (328 vs 171) face aos grupos uniformes. Nestes grupos verifica-se ainda uma diminuição significativa (92%) da utilização do tubo como esconderijo (157 vs 6).

Gráfico 16 – Ocupação global dos esconderijos (PD+PE+P1+P2+ T0) de acordo com o grupo observado.



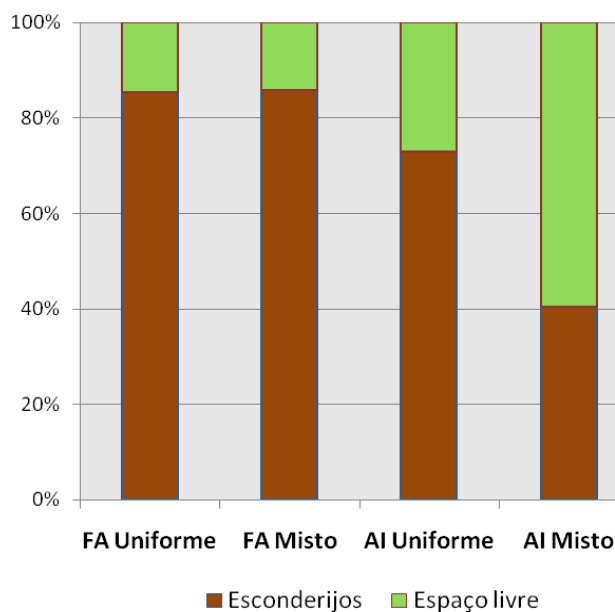
Considerando a totalidade de registos comprova-se que existe uma maior ocupação de esconderijos por parte dos juvenis de truta fário quando inseridos em grupos uniformes ou mistos perfazendo 60% das observações. Verifica-se ainda que os juvenis de truta fário mantêm praticamente o mesmo número de registos em grupos uniformes e em grupos mistos (820 vs 824) contrariamente aos juvenis de truta arco-íris que apresentam uma ocupação menor em 45% quando inseridos em grupos mistos (700 vs 388).

3.2.4. OCUPAÇÃO RELATIVA DE ESCONDERIJOS E ESPAÇO LIVRE

Tabela 13 – Somatório de localizações verificadas de acordo com o tipo de grupo observado.

		ESCONDERIJOS	ESPAÇO LIVRE
GRUPOS UNIFORMES	FA	820	140
	AI	700	260
GRUPOS MISTOS	FA	824	136
	AI	388	572

Gráfico 17 – Ocupação relativa do espaço tendo em conta a espécie e o grupo observado.



No total dos ensaios efectuados (tabela 13) constatou-se que os juvenis de truta arco-íris apresentam uma maior permanência 75% em espaço livre (832 de 1108) contrariamente aos juvenis de truta fário que claramente 60,1% optaram pelos esconderijos (1644 de 2732).

Face aos grupos uniformes verifica-se que os juvenis de truta de arco-íris em grupos mistos aumentaram a permanência nos espaços livres em 37,9% (260 vs 572) e que os juvenis de truta fário aumentaram de modo não-significativo 0,2% a sua preferência por esconderijos (820 vs 824).

Figuras 19, 20 e 21 – Utilização de Q1 como esconderijo alternativo.



Fig. 19



Fig. 20



Fig. 21

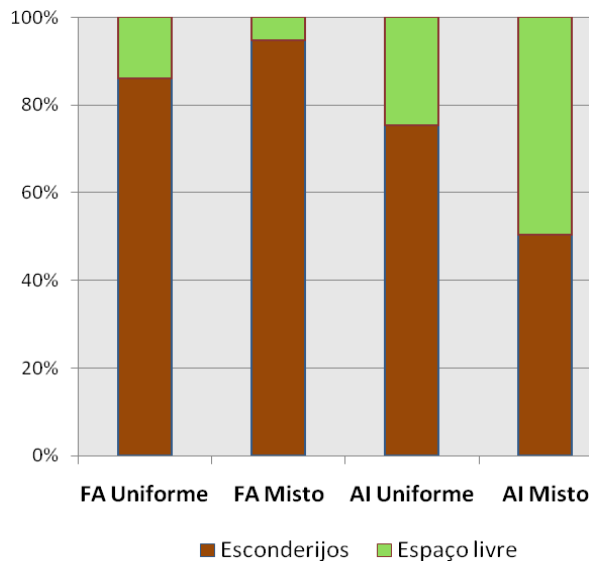
Nas observações efectuadas verificou-se que algumas trutas se escondiam em Q1 junto ao respiradouro do filtro do aquário conforme se exemplifica nas figuras 19 a 21. Assim, ao considerarmos Q1 como esconderijo alternativo obtivemos a tabela 14.

Tabela 14 – Somatório de localizações verificadas considerando Q1 como esconderijo.

		ESCONDERIJOS	ESPAÇO LIVRE
GRUPOS UNIFORMES	FA	825	135
	AI	722	238
GRUPOS MISTOS	FA	908	52
	AI	482	478

~

Gráfico 18 – Ocupação relativa do espaço considerando Q1 como esconderijo.



Comparativamente ao gráfico 17, constatou-se que a permanência em espaço livre dos juvenis de truta arco-íris diminuiu para 37% (832 vs 7167) enquanto os juvenis de truta fário, que claramente optaram pelos esconderijos, aumentaram para 59% (1733 vs 1644).

Nos grupos mistos podemos constatar que a permanência em esconderijo da truta fário passa a 94,5% do total de localizações observadas (908 vs 52).

4. DISCUSSÃO

INTERACÇÃO SOCIAL

Neste estudo, tal como em Faria *et al* (1998) e Robalo *et al* (2003), apesar das diferenças filogenéticas das espécies (*Lipophry pholis*, *Coryphoblennius galerita* e *Gobius cobitis*, *Salmo trutta*, *Onchorhynchus mykiss* e *Chondrostoma polylepis*) identificaram-se os mesmos tipos de comportamentos agonísticos (comportamentos agressivos de ataque e comportamentos de subordinação): ameaça, investida, perseguição, mordedura, fuga e recuo. Por outro lado observou-se que os juvenis de truta fário que participaram em interacções agonísticas repetitivas e de maior intensidade assumiram uma cor mais escura com a linha lateral mais evidente à semelhança do verificado por Robalo *et al* (2003) nos peixes *Chondrostoma polylepis*.

De acordo com os resultados das tabelas 4, 5 e 6 (gráfico 5) verificamos que existe um aumento do número de interações dos juvenis de truta fário quando em grupos mistos (126 vs 208) devido essencialmente à exibição de comportamentos de subordinação como a fuga em detrimento dos comportamentos agressivos de ataque que praticamente desaparecem quando comparados com os verificados nos grupos uniformes (14 vs 94). Contrariamente, no caso dos juvenis de truta arco-íris a diminuição do número total de interações (834 vs 572) nos grupos mistos deve-se essencialmente à diminuição dos comportamentos de subordinação para cerca de metade (333 vs 158).

Também Faria *et al* (1998) verificaram que nos grupos mistos de juvenis de *Lipophry pholis*, *Coryphoblennius galerita* e *Gobius cobitis*, o número de comportamentos agressivos de ataque foi mais elevado que o verificado nos grupos uniformes. Comprovando-se que o grau de dominância esteve relacionado com a espécie, verificando-se inclusive que indivíduos de uma determinada espécie demonstravam graus de dominância sobre indivíduos de outra, mesmo de maior tamanho. Assim a espécie mais agressiva e activa quando em grupos uniformes (*C. cobitis*) esteve em desvantagem quando em grupos mistos devido à diminuição significativa dos comportamentos agressivos de ataque observados (tal como aconteceu com os juvenis de truta fário cujos comportamentos agressivos de ataque diminuíram em 65,7%).

Globalmente verificámos que frequência de comportamentos agressivos de ataque em grupos uniformes é pouco maior entre juvenis de truta fário (74.6%) que a verificada entre juvenis de truta arco-íris (60.1%). Por outro lado, nos grupos mistos a situação inverte-se sendo que a frequência de comportamentos agressivos de ataque com origem em juvenis de truta arco-íris é cerca de 11 vezes maior que a iniciada por juvenis de truta fário (72.4 vs 6.7%). Estes resultados invalidam parcialmente a 1ª hipótese colocada neste estudo: **“A truta *Oncorhynchus mykiss* (truta arco-íris) apresenta maior frequência de comportamentos agressivos de ataque nos grupos uniformes e mistos”**.

Os resultados obtidos nos ensaios dos grupos mistos (tabela 7) sugerem que esta situação seria benéfica para a truta arco-íris, na medida em que apesar do ligeiro aumento da frequência de comportamento agressivo de ataque (12.3%), o risco de ocorrência dos comportamentos intra-específicos de mordedura, toque e investida (comportamentos passíveis de causar danos corporais elevados) parece reduzir-se em cerca de 2.8 vezes (268 vs 93).

Contudo, analisando as interações intra e interespecíficas dos grupos mistos verifica-se que o aumento de comportamentos agressivos de ataque com origem nos juvenis de truta arco-íris é maioritariamente orientado para indivíduos da mesma espécie (tabela 8), com excepção da

mordedura onde se verifica um aumento de 1,6% sobre o comportamento orientado para os juvenis de truta fário (28 vs 54). Por outro lado, embora a cultura em grupos mistos seja benéfica para a truta arco-íris pois é diminuído o comportamento de mordedura, essa diminuição apenas ocorre nos indivíduos da mesma espécie, e os juvenis de truta arco-íris passam a ser vítimas do comportamento agressivo de ataque dos juvenis de truta fário sendo que 53% do mesmo corresponde a comportamentos de mordedura e toque (tabela 8).

Mas e a truta fário? Até que medida será benéfica a sua inclusão em grupos mistos tendo em conta a diminuição do seu comportamento agressivo de ataque?

O aumento dos comportamentos de subordinação como a fuga (16 vs 103) ou a imobilização perante um ataque (6 vs 67) exibido pela truta fário em grupos mistos (tabela 5) poderá ter um impacto negativo na homeostasia dos indivíduos e conduzir a respostas de *stress* crónico com as respectivas consequências (mau índice de conversão, maior susceptibilidade a doenças).

Do que observámos durante os ensaios (tabelas 4, 8 e 9) podemos assumir que os juvenis de truta fário em grupos mistos se comportam como submissos perante os indivíduos da truta arco-íris pois a interacção FxFA é praticamente nula, quando comparada com a verificada nos grupos uniformes (1 vs 94) e a interacção FxAI é essencialmente através da evidência de comportamentos de subordinação (191 vs 13). Para comprovar esta hipótese teremos de considerar as relações inter-individuais (intra e interespecíficas) dos juvenis de truta fário nos grupos mistos (gráficos 8 a 11). Existe portanto uma clara alteração dos padrões de comportamento desta espécie em grupos mistos, pois não só quase deixa de haver interacção entre indivíduos de truta fário em grupos mistos como o comportamento agressivo de ataque é significativamente reduzido (de 75% nos grupos uniformes para 6% em grupos mistos onde apenas há interacção com truta arco-íris).

Gonçalves, Almada, Almeida, Gonçalves, Repas & Simões (1995) defenderam a noção de que, a dominância e as interacções agonísticas subsequentes, teriam origem na luta pelo controlo dos melhores esconderijos. Contudo, no nosso estudo tal não foi verificado sendo que, a maior parte das interacções, não ocorreram quando um indivíduo tentava entrar num esconderijo previamente ocupado mas sugeriam uma tentativa de expulsão do aquário.

OCUPAÇÃO ESPACIAL

A ocupação dos quadrantes inferiores (gráfico 12) é bastante superior à dos quadrantes superficiais em todos os grupos (3476 vs 364) talvez devido ao facto de conterem os esconderijos utilizados pelos indivíduos de ambas as espécies (tabela 10).

Por outro lado, a preferência de ocupação verificada pode ser explicada pelos resultados obtidos em 1993 por Heggenes, Krog, Linds, Dokk & Bremnes que comprovaram que as trutas fário procuram minimizar o gasto de energia ao seleccionarem *habitats* em águas com correntes de baixa velocidade durante a noite, ao passo que durante o dia optavam por se manterem em esconderijos de modo a evitar a predação e as correntes.

Podemos também observar que a ocupação do quadrante superior pelos indivíduos dos grupos mistos é 10% superior àquela observada nos grupos uniformes (281 vs 83), o que vai ao encontro da maior interacção agonística interespecífica observada nestes grupos.

No que diz respeito à movimentação em espaço livre da truta fário (gráfico 13) podemos concluir que ela diminui em média 61% nos quadrantes Q2 a Q6 o que pode indicar que esta permanecerá mais tempo nos esconderijos quando inserida em grupos mistos. No entanto, ocorreu um aumento significativo na ocupação do quadrante Q1, o que faz com que os movimentos totais em espaço livre sejam semelhantes em grupos uniformes e mistos. A explicação para o sucedido parece ser o facto de no quadrante Q1 se encontrar o tubo de respiração do aquário que funcionou como esconderijo alternativo das trutas fário para fugir ao confronto com as trutas arco-íris (figuras 19 a 21).

Por outro lado, na tabela 10 verificamos que a ocupação do espaço livre pela truta arco-íris em grupos mistos aumentou de cerca de 15% (80,7% vs 65%) face ao observado nos grupos uniformes (260 vs 572) pelo que podemos concluir que existe um aumento da actividade dos juvenis de truta arco-íris em grupos mistos, com movimentação em todo o espaço livre.

Relativamente à ocupação dos esconderijos em grupos mistos (tabela 12, gráfico 15), os juvenis de truta fário mantêm aproximadamente os valores de ocupação da pedra esquerda (30,9 vs 31,5%) e duplicam a sua presença nas pedras posteriores (18,4 vs 47,6%) o que pode estar relacionado com melhor visibilidade para todo o aquário (P1 e P2) e consequente facilidade de alimentação/fuga associada a esses esconderijos. Por sua vez, os juvenis de truta arco-íris diminuem a ocupação de todos os esconderijos (700 vs 388) o que corrobora os resultados anteriores sobre a sua maior permanência em espaço livre.

Em ambas as espécies verificou-se uma queda de ocupação drástica relativamente à sua presença no tubo (100% arco-íris e 95% fário) que no caso dos juvenis da truta arco-íris provavelmente dever-se-á não apenas à menor ocupação global de esconderijos mas sobretudo ao facto de os indivíduos serem de maiores dimensões e não caberem no tubo. Já no caso da truta fário poderá dever-se ao facto de ser um esconderijo muito exposto e, por isso, difícil de entrar e de sair evitando o confronto com espécimes de truta arco-íris.

Para além disso, ao contrário do observado por Gonçalves *et al* (1995) em que cada esconderijo era tendencialmente ocupado por apenas um peixe 97% (em 132 observações apenas 4 revelaram esconderijos ocupados por dois peixes) no nosso estudo foi frequente a observação de esconderijos ocupados por 2 ou 3 trutas nos grupos mistos.

A nível dos movimentos totais (gráfico 16) podemos observar que a truta fário mantém quase o mesmo número de registos em grupos uniformes e mistos, o que aliado ao facto de apresentarem menor registo de ocupação de espaço livre sugere que se mantêm mais tempo em esconderijos quando em grupos mistos para evitar o confronto com as trutas arco-íris. Já a truta arco-íris, pelo contrário, apresenta uma menor ocupação total dos esconderijos em grupos mistos (45% menos) e uma maior ocupação de espaço livre. Estes resultados comprovam a 2ª hipótese abordada inicialmente neste estudo que defende que **as espécies de truta *Oncorhynchus mykiss* (truta arco-íris) e *Salmo trutta fario* (truta fário) apresentam diferentes padrões de utilização do espaço, incluindo esconderijos.**

No total de ensaios efectuados, considerando a totalidade de comportamentos observados, verifica-se na tabela 13 que ocorre uma clara preferência dos juvenis de truta fário pela permanência nos esconderijos 78,2%, contrariamente aos juvenis de truta arco-íris que apresentam valores de actividade em espaço livre de 56,9%. Contudo, da análise da ocupação relativa de esconderijos e espaço livre (considerando Q1 como esconderijo) podemos constatar que nos grupos mistos a permanência nos esconderijos dos juvenis de truta fário passa para 94,5%, enquanto que no caso da truta arco-íris passa para 50,2% (respectivamente 85,9% e 72,9% nos grupos uniformes).

Todavia, à semelhança do que aconteceu em Faria & Almada (2001) foi observado que os animais dominantes não se detinham exclusivamente num local ou esconderijo sendo os mesmos reutilizados por animais subordinados.

5. CONCLUSÕES

Tal como esperado, das 3840 observações registadas, a truta arco-íris utiliza o espaço livre em 75% (tabela 11) e a truta fário os esconderijos em 85,6% (tabela 12). Assim, sabendo que a criação em regime de cativeiro pode originar um comportamento de natação mais próximo da superfície do que aquele que seria natural num peixe selvagem (Brown & Laland, 2001)

podem-se considerar os resultados obtidos como um indicador de sucesso na tentativa de reproduzir o *habitat* natural nos aquários. Estes resultados parecem estar relacionados com fenómenos de dominância e características dos hábitos alimentares das duas espécies, nomeadamente os juvenis de truta fário que se alimentam escondidos atrás das pedras, aproveitando as correntes que arrastam os alimentos. Apesar disso, quando em grupos mistos, a diferença entre a utilização do espaço livre e os esconderijos diminui em 32,2%, colocando-se a possibilidade das hierarquias estabelecidas nesses grupos serem menos estáveis e, portanto, o nível de agressividade maior.

Relativamente aos comportamentos agonísticos observados durante os 4 ensaios nas 160 horas de observação correspondentes, salienta-se o facto dos comportamentos mais frequentemente demonstrados se tratarem da fuga (26,5%), ameaça (20,7%), mordedura (13,7%) e por fim imobilidade (9,8%), ou seja, dois comportamentos agressivos de ataque e dois comportamentos de subordinação. Assim, é interessante pensar que na totalidade de comportamentos observados, apenas 27,1% implicam um contacto físico real e intenso como a mordedura, a investida e a perseguição.

Quando se analisam os resultados obtidos por espécie não é surpresa verificar que os juvenis de trutas arco-íris apresentam taxas de agressividade muito superiores, com comportamentos agressivos de ataque na ordem dos 65%, quando comparadas com os juvenis de trutas fário que apresentam valores de 32%. Esta situação parece favorecer a aquacultura em sistemas de monocultura. Porém, quando comparamos os resultados dos grupos uniformes com os mistos e verificamos que as taxas diminuem de 61,6% para 55% cria-se a dúvida sobre a possível implicação destes resultados em policultura. Aparentemente o comportamento agressivo de ataque fica reduzido quando se colocam as duas espécies em contacto, mas quais serão as implicações ao nível das taxas de crescimento e outros parâmetros de produção?

Estas observações apenas vêm confirmar o que foi observado a nível comportamental durante os ensaios. Assim, podemos concluir que:

- As trutas fário em grupos mistos alteram o seu padrão de comportamento de forma significativa, passando de 75% de comportamento agressivo de ataque para apenas 5%, e sendo vítimas de agressão por parte da truta arco-íris em 95% dos comportamentos demonstrados. Simultaneamente, o número de comportamentos também aumenta nos grupos mistos, onde o total de comportamentos de subordinação exibidos pelos juvenis de truta fário aumentou seis vezes face aos grupos uniformes.

- Do mesmo modo, as trutas fário quando em grupos mistos apresentam um aumento de ocupação de esconderijos face aos grupos uniformes (85% para 95%), o que corrobora uma maior procura de esconderijos como forma de evitar os comportamentos agressivos de ataque da truta arco-íris.
- A truta arco-íris, embora diminua no total o seu comportamento agressivo de ataque quando em grupos mistos, dirige grande parte do seu comportamento agressivo de ataque à truta fário e por esse motivo é também mais encontrada em espaço livre.

Numa observação como a que foi por nós realizada não existe benefício da cultura mista face à alteração de comportamento na truta fário, que deixa de exhibir os comportamentos considerados normais nas condições experimentais utilizadas. Ou seja, a truta fário exhibe padrões de *stress* crónico em condições de cultura mista.

Será no entanto necessário averiguar o comportamento em situações mais complexas e durante maior período de tempo por forma a observar a evolução conjunta de populações das duas espécies, averiguando se ocorrem alterações de padrões de comportamento a longo-prazo. Assim, seria importante verificar as alterações a nível geracional ou mesmo após selecção orientada para a exibição de comportamentos menos agressivos de modo a verificar se os resultados obtidos se mantêm.

Será também interessante comparar estes resultados com o comportamento observado em populações não domesticadas na natureza.

BIBLIOGRAFIA

- A truta*. Federação de Clubes e Associações de Caçadores da Beira Interior, acedido em Setembro 12, 2009, disponível em: http://fcpbi.pt/?cix=652&qtipo=&select_ordena=
- A vida de uma truta*. JRA PORTUGAL. Jovens Repórteres para o Ambiente. Programa internacional da Foundation for Environmental Education (FEE) coordenado em Portugal pela Assoc. Bandeira Azul da Europa (ABAE), acedido em Agosto 22, 2009, disponível em: <http://abaejrportugal.blogspot.com/2009/04/vida-de-uma-truta.html>
- Abbott, J.C., Dunbrack, R.L. & Orr, C.D. (1985). *The interaction of size and experience in dominance relationships of juvenile steelhead trout (Salmo gairdneri)*. Behaviour, 92, 241–253.
- Alanara, A. (1996). *The use of self-feeders in rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) production*. Aquaculture, 145, 1-20.
- Alceste, C., Jorjy, D. (1998). *Análisis de las tendencias actuales en comercialización de tilapia en los Estados Unidos de Norteamérica y la Union Europea*. Congresso Sulamericano Aquicultura, SIMBRAQ, 349.
- Altmann, J. (1973). *Observational sampling, Allee Laboratory of animal behaviour*. University of Chicago, Chicago, Illinois, U.S.A. Rec 15-111.
- Antunes, A., Alexandre, P., Ferrand, N. (1999). *Genetic characterization of Portuguese brown trout (Salmo trutta L.) and comparison with other European populations*. Ecology of Freshwater Fish, 8 (3), 194 – 200.
- Antunes, A., Faria, R., Weiss, S. & Alexandrino, P. (2001). *Complex evolutionary history in the brown trout: Insights on the recognition of conservation units*. Conservation Genetics, 2, 337-347.
- Aparício, E. (1997). *Reservas genéticas. El único futuro para la trucha autóctone?* Fed. Pesca, 10, 36-41.
- Arendt, J. D. (1997). *Adaptive intrinsic growth rates: an integration across tax*. Quarterly Review of Biology, 72, 149-177.
- Bachman, R. (1984). *Foraging behavior of free-ranging wild and hatchery brown trout in a stream*. Trans.Amer.Fish Soc., 113, 1-32.
- Baensch, H.A. & Riehl, R. (1991). *Aquarien atlas*. Bd. 3. Melle: Mergus, Verlag für Natur- und Heimtierkunde, Germany, 1104.
- Barbosa, J. M., Mendonça, I. T. L. & Ponzi, M.J. (2006). *Comportamento Social e Crescimento em Parachromis managuensis (Günther, 1867) (Pisces, cichlidae): Uma Espécie Introduzida no Brasil*. Rev. Bras. Eng. Pesca 1 (1).
- Barton, B.A., Iwama, G.K. (1991). *Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the responses and effects of corticosteroids*. Ann Rev Fish Dis, 1, 3-26.
- Barton, BA. (2002). *Stress in fishes: a diversity of responses with particular reference to changes in circulating corticosteroids*. Integ Comp Biol, 42, 517-525.
- Bateson, P. (1991). *Assessment of pain in animals*. Animal Behaviour, 42, 827-839.

- Benigno, E. & Almodóvar, A. (2007). *Trofeo pesca*. 154, 164-165, acessado em Setembro 22, 2010, disponível em: <http://www.trofeopesca.com/noticia.asp?ref=607&pos=>
- Boake, C.R.B. (1994). *Quantitative genetic studies of behavioural evolution*. Chicago: University of Chicago Press.
- Brannas, E., (1995). *First access to territorial space and exposure to strong predation pressure: a conflict in early emerging Atlantic salmon (Salmo salar L.) fry*. *Evolutionary Ecology*, 9, 411-420.
- Breton, B. (2007). *El Cultivo de la trucha: principales especies de cría, infraestructura, técnicas de alevinaje, genética, alimentación, gestión de la producción, higiene y comercialización*. Barcelona: Ediciones Ómega.
- Brown, C., Laland, K. (2001). *Social learning and life skills for training hatchery reared fish*. *Journal of fish biology*, 59, 471-493.
- Campbell, P.M., Pottinger, T.G., Sumpter, J.P. (1992). *Stress reduces the quality of gametes produced by rainbow trout*. *Biol Reprod*, 47, 1140-1150.
- Cardwell, J.R., Sorensen, P.W., Van Der Kraak, G.J. & Liley, N.R. (1996). *Effect of Dominance Status on Sex Hormone Levels in Laboratory and Wild-Spawning Male Trout*. *General and comparative endocrinology* 101, 333-341. Article No 0036.
- Chandroo, K.P., Duncan, I.J.H., Moccia, R.D. (2004). *Can fish suffer?: perspectives on sentience, pain, fear and stress*. *Applied Animal Behaviour Science*, 86, 225-250.
- Chase, I. D., Tovey, C. & Murch, P. (2003). *Two's company, three's a crowd: differences in dominance relationships in isolated versus socially embedded pairs of fish*. *Behaviour*, 140, 1193 e1217.
- Conte, F.S. (2004). *Stress and the welfare of cultured fish*. *Applied Animal Behaviour Science*, 86, 205-223.
- Cortes, R., (2001). *Instrumentos de gestão das pescas através da manipulação da composição e estrutura das comunidades piscícolas*. Estudo estratégico para a gestão das pescas continentais PAMAF Medida 4.4 – IED. Relatório final, 284-305. Instituto superior de Agronomia e Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.
- Cortes, R., Santos, N.P., Teixeira, A., Oliveira, D. (2002). *Efeitos na estrutura genética devido aos repovoamentos nas populações indígenas*. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.
- Cortes, R., Teixeira, A. & Pereira, C. (1998). *Repovoamentos e transferências de trutas para recuperação de Rios de Salmonídeos: Soluções ou Ameaças?* Silva Lusitana, (6) 1:1-17, EFN, Lisboa
- Dawkins, M.S. (2004). *Using behaviour to assess animal welfare*. *Animal Welfare*, 13, 19-30.
- Diário da República — I Série-B (2004). Declaração de Rectificação n.º 25/2004, N.º 45
- Doadrio, I. (2001). *Atlas y Libro Rojo de los Peces Continentales de España*. FCUL
- Duncan, I.J.H.; Fraser, D. (1997). *Understanding Animal Welfare*. Appleby, M. & Hughes, B.O. (eds) *Animal Welfare*. London: Cabi Publishing, p. 19-32.
- Eaton, J.G., McCormick, J.H., Goodno, B.E., O'Brien, D.G., Stefany, H.G., Hondzo, M. & Scheller, R.M. (1995). *A field information-based system for estimating fish temperature tolerances*. *Fisheries* 20(4), 10-18.
- Ellgaard, E.G., Ashley, S.E., Langford, A.E., Harlin, D.C. (1995). *Kinetic analysis of the*

- swimming behaviour of the goldfish, *Carassius auratus*, exposed to nickel: hypoactivity induced by sublethal concentrations. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 55, 929-936.
- Elliott, J.M. (1994). *Quantitative Ecology and the Brown Trout*. Oxford: Oxford University Press. xii+286 pp.
- Ellis, T., North, B., Scott, A.P. et al. (2002). *The relationships between stocking density and welfare in farmed rainbow trout*. *Journal of Fish Biology*, 61(3), 493-531.
- Fanta, E. (1995). *Influence of background color on the behaviour of the fish Oreochromis niloticus (Cichlidae)*. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, 38(4), 1237-1251.
- Faria, C., Almada, V. (2001). *Agonistic behaviour and control of access to hiding places in two intertidal blennies, Lipophrys pholis and Coryphoblennius galerita (Pisces: Blenniidae)*. *Acta Ethologica*, 4, 51-58, I.S.P.A.
- Faria, C., Almada, V. & Nunes, M.C. (1998) *Patterns of agonistic behavior, shelter occupation and habitat preference in juvenile Lipophrys pholis, Coryphoblennius galerita and Gobioides cobitis*. *Journal of Fish Biology*, 53, 1263-1273.
- Fausch, K. D. & White, R.J. (1986). *Competition among juveniles of coho salmon, brook trout, and brown trout in a laboratory stream, and implications for great lakes tributaries*. *Transactions of the American fisheries society*, 115, 363-381.
- Fisheries and Fish of the Great Smoky Mountains National Park: Rainbow Trout, Brown Trout*, acessado em Agosto 22, 2009, disponível em: <http://www.flyfishingsmoky-mountains.com/Species.html>
- Forseth, T., Næsje, T.F., Jonsson, B. & Hansaker, K. (1999). *Juvenile migration in brown trout: a consequence of energetic state*. *Journal of Animal Ecology* 68, 783-793.
- Fraser, D.F., Gilliam, J.F., Daley, M.J., Le, A.N. & Skalski, G.T. (2001). *Explaining leptokurtic movement distributions: intrapopulation variation in boldness and exploration*. *American Naturalist* 158, 124-135.
- Freitas, E.F.L. (1988). *Efeito da visão da imagem refletida em espelho sobre o consumo de oxigênio de alevinos de tilápia-do-Nilo (Oreochromis niloticus)*. Botucatu: Universidade Estadual Paulista (Monografia), 39p.
- Froese, R., Pauly, D. (2011). FishBase. Editors. World Wide Web electronic publication. <http://www.fishbase.org>.
- Gomes, J.M. (2009). *Efeito da inclusão de alimento vivo no desenvolvimento do estímulo predatório e na performance de crescimento de juvenis de truta comum (Salmo trutta)*. Dissertação de Mestrado em Ciências do Mar – Recursos Marinhos. Instituto de ciências biomédicas Abel Salazar. Universidade do Porto.
- Gonçalves, B., Menezes, G., Rodrigues, A.M. (2006). *Acompanhamento da fase inicial de criação de trutas fário (Salmo trutta fario) em cativeiro*. XVI congresso de Zootecnia "saber produzir, Saber transformar", Escola Superior Agrária. Instituto politécnico de Castelo Branco.
- Gonçalves, E.J., Almada, V.C., Almeida, S.P., Gonçalves, D.M., Repas, M. & Simões, N. (1995). *Observations on the agonistic behavior of Lepidogaster lepidogasterpurpurea (Pisces: Gobioidae)*. *Journal of Fish Biology*, 49, 367-369.
- Griffiths, S. W., Brockmark, S., Hojesjö, J. & Johnsson, J. I. (2004). *Coping with divided*

- attention: the advantage of familiarity*. Royal Society B: Biological Sciences, 271, 695 e 699.
- Haraldstad Ø, Jonsson B, Sandlund OT, Schei TA. (1987). *Lake effect on stream living brown trout (Salmo trutta)*. *Archiv für Hydrobiologie* 109, 39–48.
- Hecht, T. & Appelbaum, S. (1988). *Observations on intraspecific aggression and coeval sibling cannibalism by larva and juvenile Clarias gariepinus (Clariidae: Pisces) under controlled conditions*. *J. Zool.*, 214, 21-44.
- Hedenskog, M., Petersson, E. & Järvi, T. (2002). *Agonistic Behavior and Growth in Newly Emerged Brown Trout (Salmo trutta L) of Sea-Ranched and Wild Origin*. *Aggressive Behaviour*, 28, 145-153.
- Heggenes J. (1988). *Physical habitat selection by brown trout (Salmo trutta) in riverine systems*. *Nordic Journal of Freshwater Research*, 64, 74–90.
- Heggenes J., Krog, O.M.W., Lindas, O.R., Dokk, J.G. & Bremnes, T. (1993) *Homeostatic behavioural responses in a changing environment: brown trout (Salmo trutta) become nocturnal during winter*. *Journal of Animal Ecology*, 62, 295-308.
- Holliman, A. (2000). *Enfoque veterinário de la cría de la trucha*. *Acuicultura para veterinarios: producción y clínica de peces*, Brown, L. (Ed.), Saragoça: Editorial Acribia.
- Hutchison, M.J. & Iwata, M (1997). *A comparative analysis of aggression in migratory and non-migratory salmonids*. *Environmental Biology of Fishes*, 50, 209–215.
- ICN- Instituto de Conservação da Natureza (2006). *Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal*, pág. 105-106, Lisboa: ICN.
- Jobling, M. (1995). *Simple indices for the assessment of the influences of social environment on growth performance, exemplified by studies on Arctic char.*; *Aquaculture International*, 3, 60-65.
- Johnsson, J.I. & Björnsson, B.T., (1994). *Growth hormone increases growth rate, appetite and dominance in juvenile rainbow trout, Oncorhynchus mykiss*. *Animal Behaviour*, 48, 177-1886.
- Johnsson, Nobbelin & Bohlin, (1999). *Territorial competition among wild brown trout fry: effects of ownership and body size*. *Journal of fish biology*, 54, 469-472.
- Jonsson, N. & Jonsson, B. (2002). *Migration of anadromous brown trout in a Norwegian river*. *Freshwater Biology*, 47, 1–11.
- Jonsson, N., Næsje, T.F., Jonsson, B., Saksgaard, R. & Sandlund, O.T. (1999). *The influence of piscivory on life history traits of brown trout*. *Journal of Fish Biology*, 55, 1129–1141.
- Klontz, G.W. (1991). *Manual for rainbow trout production on the family-owned farm*, acessado a Julho, 9 de 2009, disponível em: <http://www.ustfa.org/Trout%20production/Manual%20for%20Rainbow%20Trout%20Production%20on%20the%20Family-Owned%20Farm%20%20%20%201991.pdf>
- Kristensen, E.A., Closs, G.P. (2008). *Variation in growth and aggression of juvenile brown trout (Salmo trutta) from upstream and downstream reaches of the same river*. *Ecology of Freshwater Fish*, 17, 130–135.
- Kuz'mina, V. (2008). *Classical and modern concepts in fish digestion: Feeding and digestive functions of fishes*. Enfield, NH: Science Publishers, p.85-154.

- L'Abbe'e-Lund JH, Langeland A, Sægrov H. (1992). *Piscivory by brown trout Salmo trutta L. and Arctic charr Salvelinus alpinus (L.) in Norwegian lakes*. Journal of Fish Biology, 41, 91–101.
- Lahti, K., Laurila, A., Enberg, K. & Piironen, J. (2001). *Variation in aggressive behaviour and growth rate between populations and migratory forms in the brown trout, Salmo trutta*. Animal behaviour, 62, 935–944.
- Langeland, A., L'Abbe'e-Lund, J.H., Jonsson, B. & Jonsson, N. (1991). *Resource partitioning and niche shift in Arctic charr Salvelinus alpinus and brown trout Salmo trutta*. Journal of Animal Ecology, 60, 895–912.
- Lefrançois, C., Clariauxaux & G., Merciera, C (2001). *Effect of density on the routine metabolic expenditure of farmed rainbow trout (Oncorhynchus mykiss)*. Aquaculture, 195, 269-277.
- Lemos, D.A.C., Ruano, F., Sobral, M. (2008). *Policultura semi-intensiva de pregado Psetta maxima L. e robalo Dicentrarchus labrax L. em tanque de terra no estuário do rio Mondego*. Relat. Cient. Téc. IPIMAR, Série digital (<http://ipimar-iniap.ipimar.pt>), nº43, 17pp.
- Lourenço, R. (2004) *Repovoamentos piscícolas em Portugal Continental desde o século XIX*. Relatório do trabalho de fim de curso de Engenharia Florestal, Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa.
- Luz, R.K., Salaro, a.L., Souto, E.F. & Zaniboni, E. (2000). *Avaliação de canibalismo e comportamento territorial de alevinos de Trairão (Hoplias lacerdae)*. Acta Scientiarum, 22(2), 465-469. ISSN 1415-6814.
- Machado, T.M., Rigolino, M.G. & Tabata, Y.A. (2006). *Manejo reprodutivo da truta arco-íris em cativeiro*. Boletim Extensão - Pró Reitoria de Extensão - UFLA, Lavras – MG. Instituto de Pesca.
- Martínez, G.A. (2009). *Manual básico para el cultivo de trucha Arco Iris (Oncorhynchus mykiss)*. Manual de capacitación para la participación comunitaria GEMTIES Cuencas Sanas y Modos de Vida Sustentable.
- McDowall, R.M. (1997) *The evolution of diadromy in fishes (revisited) and its place in phylogenetic analysis*. Rev. Fish Biol. Fish., 7(4), 443-462.
- Medeiros, A.P., Chellapa, S., Cacho, M.S. & Yamamoto, M.E. (2005). *Encontros agonísticos e territorialidade entre machos de híbrido vermelho de tilápia, Oreochromis niloticus (Linnaeus, 1758) X Oreochromis mossambicus (Peters, 1852) e de tilápia do Nilo, Oreochromis niloticus (Cichlidae)*. Revista Brasileira de Zoociência, 7(2), 273-284.
- Merighe, G.K., Silva, E.M., Negrão, J.A. & Ribeiro, S. (2004). *Efeito da Cor do Ambiente sobre o Estresse Social em Tilápias do Nilo (Oreochromis niloticus)*. R. Bras. Zootec., 33(4), 828-837.
- Metcalfe, N. B., Taylor, A.C. & Thorpe, J. E. (1995). *Metabolic rate, social status and life-history strategies in Atlantic salmon*. Animal Behaviour, 49, 431-436.
- Morais, C.A. (2001). *Avaliação da disponibilidade e uso do habitat da truta de rio (Salmo trutta L.) em troços de cabeceira de rios do Nordeste transmontano*. Relatório de Final de Curso. Bragança: Instituto Politécnico de Bragança (a).
- Moreira, P.S.A.; Pulman, K.G.T.; Pottinger, T.G. (2004). *Extinction of conditioned*

- response in rainbow trout selected for high or low responsiveness to stress. Hormones and Behaviour*, 46, 450-457.
- Mundy, B.C. (2005). *Checklist of the fishes of the Hawaiian Archipelago*. Bishop Museum Bulletins in Zoology, 6, 1-704.
- Nakano, S. (1995). *Competitive interactions for foraging microhabitats in a size-structured interspecific dominance hierarchy of two sympatric stream salmonids in a natural habitat*. Can. J. Zool., 73, 1845-1854.
- Nicieza, A.G. & Metcalfe, N.B. (1999). *Cost of rapid growth: risk of aggression is high for fast-growing salmon*. Functional Ecology, 13, 793-800.
- Nicieza, A.G., Reiriz, L. & Brana, F. (1994). *Variation in digestive performance between geographically disjunct populations of Atlantic salmon: countergradient in passage time and digestion rate*. Oecologia, 99, 243-251.
- Oliveira, R.F. & Galhardo, L. (2007). *Sobre a aplicação do conceito de bem-estar a peixes teleósteos e implicações para a piscicultura*. Revista Brasileira de Zootecnia © Sociedade Brasileira de Zootecnia ISSN, 1516-3598.
- Oliveira, R.F. Almada, V., (1997). *Sobre o uso de estatística de simulação em estudos de comportamento*. Análise Psicológica, 1 (XV), 97-109.
- Olla, B.L., Davis, M.W., Ryer, C.H. (1998). *Understanding how the hatchery environment represses or promotes the development of behavioral survival skills*. Bulletin of Marine Science, 62, 531-550.
- Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792). Base de Dados da Biodiversidade dos Açores, acedido em Setembro 12, 2009, disponível em: <http://www.azoresbioportal.angra.uac.pt/listagens.php?lang=pt&sstr=9&id=V00086>
- Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) Rainbow trout. World Fish center. Fish base, acedido em Julho 19, 2009, disponível em: <http://www.fishbase.org/Summary/speciesSummary.php?ID=239&genusname>
- Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792). Fisheries and Aquaculture Department. Cultured Aquatic Species Information Programme. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), acedido em Agosto 22, 2009, disponível em: http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oncorhynchus_mykiss/en
- Oncorhynchus mykiss*. Carta Piscícola Nacional, acedido em Julho 19, 2009, disponível em: <http://www.fluviatilis.com/dgf/species.cfm?codspecies=omyk>
- Oncorhynchus mykiss*. Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental, acedido a Agosto, 22 de 2009, disponível em: http://www.institutohorus.org.br/download/fichas/Oncorhynchus_mykiss.htm
- Øverli, Ø., Harris, C.A. & Winberg, S. (1999). *Short-term effects of fights for social dominance and the establishment of dominantsubordinate relationships on brain monoamines and cortisol in rainbow trout Brain*. Behaviour and Evolution, 54, 263 e 275.
- Page, G.I., Davies, S.J. (2006). *Tissue astaxanthin and canthaxanthin distribuion in rainbow trout (Onchrhynchus mykiss) and Atlantic salmon (Salmo salar)*. Comp Biochem Phys A., 143, 125-132.
- Pakkasmaa, S. & Piironen, J. (2001). *Morphological differentiation among local trout*

- (*Salmo trutta*) populations. Biological Journal of the Linnean Society, 72, 231-239.
- Períodos de pesca e dimensões mínimas de captura das espécies piscícolas*. Autoridade Florestal Nacional. Ministério da Agricultura do Desenvolvimento Rural e das Pescas, acedido a Julho, 29 de 2009, disponível em: <http://www.afn.min-agricultura.pt/portal/pesca/pesca-desportiva/period-pesca-dimensoes-min-captura>
- Pezzato, L.E. (1997). *O estabelecimento das exigências nutricionais das espécies cultivadas*. Simpósio sobre manejo e nutrição de peixes. Piracicaba. Anais: CBNA, p. 45-60.
- Pickering, A.D., Pottinger, T.G. (1995). *Biochemical effects of stress*. Environmental and ecological biochemistry. Amsterdam: Elsevier, p.349-379.
- Pinto, B.W., Lima, M.R. & Ludke, M.C. (2009) *Comportamento agonístico entre juvenis de tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus)*. Anais da IX Jornada de ensino, pesquisa e extensão (IX JEPEX) realizada em conjunto com Semana Nacional de Ciência e Tecnologia – SNCT.
- Pitcher, T.J., Parrish, J.K. (1993). *Functions of shoaling behavior in teleosts: The behavior of teleost fishes*. (2nd ed.) London: Chapman and Hall, p 363–439.
- Reale, D., Gallant, B.Y., Leblanc, M. & Bianchet, M.F., (2000). *Consistency of temperament in bighorn ewes and correlates with behaviour and history*. Animal Behavior, 60, 589-597.
- Robalo, J.I., Almada, V.C. & Faria, C. (2003). *First description of agonistic behaviour in Chondrostoma polylepis (Pisces: Cyprinidae) with notes on the behaviour of other Chondrostoma species*. Etología, 11, 9-13.
- Roff, D.A. (1988). *The evolution of migration and some life history parameters in marine fishes*. Environmental Biology of Fishes, 22,133-146.
- Ruzzante, D.E. (1994). *Domestication effects on aggressive and schooling behavior in fish*. Aquaculture, 120, 1-24.
- Ryman N, Utter F, Hindar K. (1995). *Introgression, supportive breeding, and genetic conservation: Population management for survival and recovery*. New York: Columbia University Press, p.341-365.
- Salmo trutta* (Linnaeus, 1758). *Livro Vermelho Dos Vertebrados de Portugal*. Instituto da Conservação da Natureza e da Biodiversidade, acedido em Agosto 23, 2009, disponível em: <http://portal.icnb.pt/ICNPportal/vPT2007/Valores+Naturais/Livro+Vermelho+dos+Vertebrados/#A2?res=1366x768>
- Salmo trutta trutta* (Linnaeus, 1758) Sea trout. World Fish center. Fish base, acedido em Julho 19, 2009, disponível em: <http://www.fishbase.org/Summary/species/Summary.php?ID=238&genusname=Salmo&speciesname=trutta+trutta&AT=salmo+trutta&lang=Portuguese>
- Salmo trutta*. Carta Piscícola Nacional, acedido em Julho 19, 2009, disponível em: <http://www.cartapiscicola.org/dgf/species.cfm?codspecies=stru>
- Schreck, C.B., Johnsson, L., Feist, G. (1995) *Conditioning improves performance of juvenile Chinook salmon, Oncorhynchus Tshawytscha, to transportation stress*. Aquaculture, 135, 99-110.
- Schwedler, T.E., Johnson, S.K. (2000). *Responsible care and health maintenance of fish in commercial aquaculture*. Animal Welfare Information Center Bulletin, Winter

- Scott, A.P., Liley, N.R., & Vermeirssen, E.L.M. (1994). *Pheromonal effects of female urine and of synthetic 17 α ,20 β -dihydroxy-4- pregnen-3-one-20-sulphate on plasma sex steroid levels, gonadotrophin II levels, and milt volumes, in male rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum)*. J. Fish Biol., 44, 131-147.
- Silva, C.A., Marques, A.O., Oliveira, F.A., Neto, R.N., Medeiros, A.E., Martins, N.R., Fernandes, R.T.V. & Luchiari, A.C. (2007). *Expressão de comportamento em Tilápias-do-Nilo*. Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, 23 a 28 de Setembro de 2007, Caxambu - MGC
- Sloman K.A., Baker D.W., Ho C.G., McDonald D.G., Wood C.M. (2003). *The effects of trace metal exposure on agonistic encounters in juvenile rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss**. Aquatic Toxicology, 63, 187-196.
- Sloman, K. A. & Armstrong, J. D. (2002). *Physiological effects of dominance hierarchies: laboratory artefacts or natural phenomena?* Journal of Fish Biology, 61, 1 e 23.
- Sloman, K.A. (2007). *Effects of trace metals on salmonid fish: the role of social hierarchies*. Applied Animal Behaviour Science, 104, 326 e 345.
- Sloman, K.A., Baker, D.W., Ho, C.G., McDonald, D.G., Wood, C.M. (2003) *The effects of trace metal exposure on agonistic encounters in juvenile rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss**. Aquatic Toxicology, 63, 187-196.
- Sloman, K.A., Gilmour, K.M., Taylor, A.C. & Metcalfe, N.B. (2000). *Physiological effects of dominance hierarchies within groups of brown trout, *Salmo trutta*, held under simulated natural conditions*. Fish Physiology and Biochemistry, 22, 11 e 20.
- Sloman, K.A., Gilmour, K.M., Taylor, A.C. & Metcalfe, N.B. (2001). *Effects of an environmental perturbation on the social behaviour and physiological function of brown trout*. Animal Behaviour, 61, 325 e 333.
- Sloman, K.A., Scott, G.R., McDonald, D.G. & Wood, C.M. (2004). *Diminished social status affects ionoregulation at the gills and kidney in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)*. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 61, 618 e 626.
- Smith, J.A. & Boyd, K.M. (1991). *Lives in Balance: the Ethics of using Animal in Biomedical Research*. Oxford: Oxford University Press.
- Sneddon, L.U. (2003). *The bold and the shy: individual differences in rainbow trout*. Journal of Fish Biology, 62(4), 971-975.
- Sneddon, L.U. (2003). *The evidence for pain in fish: the use of morphine as an analgesic*. Applied Animal Behaviour Science, 83, 153-162.
- Sorensen, E.M.B. (1991). *Metal Poisoning in Fish*. Boston: CRC Press,
- Sundström, L.F., Johnsson, J.I. (2001). *Experience and social environment influence the ability of young brown trout, *Salmo trutta*, to forage on live novel prey*. Animal Behaviour, 61, 249-255.
- Tabata. Y.A. (2006). *Criação de truta arco-íris*, acedido em Agosto 22, 2009, disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2006_2/truta/Index.htm
- Takahashi N.S. & Tabata, Y.A. (2000). *O que é a truta salmonada?* Boletim Informativo da ABRACOA. São Paulo, 12, 1-1.
- The State of World Fisheries and Aquaculture – 2008*. FAO (Food and Agriculture

- Organization of the United Nations), acessado em Agosto 22, 2009, disponível em: <http://www.fao.org/docrep/011/i0250e/i0250e00.htm>
- Thorpe, J.E. & Huntingford, F.A. (1992). *The role of behaviour in determining salmon growth and development*. Aquaculture Research, 25 (1), 67–76.
- Towards Sustainable Aquaculture in Europe*. CONSENSUS Portal, acessado em Setembro 12, 2009, disponível em: http://www.euraquaculture.info/index.php?option=com_content&task=view&id=111&Itemid=71
- Trout life Cycle*. Classroom Aquarium Education Program (CAEP) acessado em Julho 24, 2009, disponível em: <http://www.dfg.ca.gov/caep/docs/CAEPtroutlifecycle.pdf>
- Truta fário*. ARNPD - Ass. Reg. Norte Pesca Desportiva, acessado em Julho 19, 2009, disponível em: <http://www.arnpd.com/especie.asp?Id=18>
- Turini, B.G.S. (2008). *Os efeitos da carnitina no crescimento e na composição corporal do pregado (Scophthalmus maximus) mantido sobre diferentes densidades de estabulação*. Dissertação de Mestrado em Ciências do Mar - Recursos Marinhos. Porto: Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar.
- Vika J.O., BorgstrØma, R. & Skaalab Ø. (2001). *Cannibalism governing mortality of juvenile brown trout, salmo trutta, in a regulated stream*. Regulated Rivers: Research & Management, 17, 583–594.
- Wang, L. & White, R.J. (1994). *Competition between wild brown trout and hatchery greenback cutthroat trout of largely wild parentage*. North American Journal of fisheries Management, 14, 475-487.
- Wedemeyer GA, Barton B, Mc Leay D. (1990). *Stress and acclimation*. Methods for fish biology. Bethesda, MD: American Fisheries Society, p. 451-489.
- Wiley RW, Whaley RA, Satake JB, Fowden M (1993). *An evaluation of the potential for training trout in hatcheries to increase post-stocking survival in streams*. North American Journal of Fisheries Management 13,171–177.

ANEXOS

1. ESTUDO DO COMPORTAMENTO AGONÍSTICO EM JUVENIS DE TRUTA

As fotografias que se seguem correspondem às diferentes fases do estudo realizado, desde a aquisição dos juvenis de truta até à fase de observação e análise dos resultados.

Figuras 22, 23, 24 e 25 – Truticultura de Manteigas, Serra da Estrela. Tanques correspondentes a juvenis de trutas *O. mykiss* e *S. trutta fario* alternadamente.



Fig.22



Fig.23



Fig.24

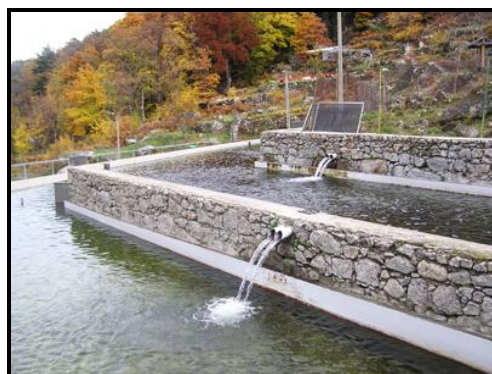


Fig.25

Figura 26 – Truticultura de Manteigas, Serra da Estrela. Coluna de água entre tanques.



Figura 27 – Truticultura de Manteigas, Serra da Estrela. Tanque de reprodutores machos.



Figura 28 – Truticultura de Manteigas, Serra da Estrela. Tanques de reprodutores fêmeas.



Figura 29 – Truticultura de Manteigas, Serra da Estrela. Tanques de reprodutores machos.



Figuras 30 e 31 - Truticultura de Manteigas, Serra da Estrela. Tanque de trutas albinas.

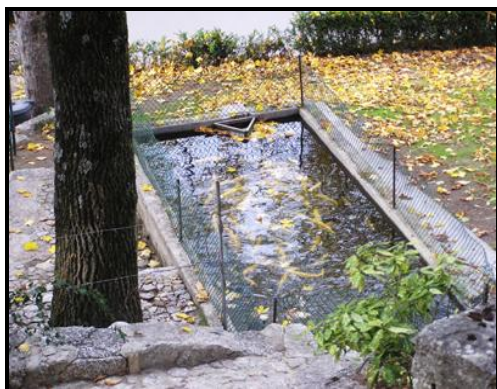


Fig.30



Fig.31

Figuras 32 e 33 – Truticultura de Manteigas, Serra da Estrela. Tanque de adultos *O. mykiss* disponível para clientes de modo a poderem escolher e adquirir trutas para consumo doméstico.



Fig. 32



Fig.33

Figuras 34 e 35 - Truticultura de Manteigas, Serra da Estrela. Corredores para colocação de juvenis e separação por espécies após encomenda.



Fig.34



Fig.35

Figura 36 – Truticultura de Manteigas, Serra da Estrela. Juvenis *O. mykiss* no corredor de colocação de reserva após encomenda.



Figura 37 – Garrafa de oxigénio utilizada para garantir as condições de transporte.



Figuras 38 e 39 – Sacos com água e cinco juvenis após oxigenação para transporte.



Fig.38



Fig.39

Figura 40 – Boxes utilizadas para transporte dos sacos com juvenis de trutas.



Figura 41 – Box com água e sacos de juvenis *S. trutta fario* para transporte.



Figura 42 – Truticultura de Manteigas, Serra da Estrela. Condições de armazenamento da ração comercial utilizada.



Figura 43 – Truticultura de Manteigas, Serra da Estrela. Auto-alimentador presente nos tanques de juvenis.



Figura 44 – UTL - FMV, tanque de 800l para manutenção de juvenis de uma espécie (*S. trutta fario*).



Figura 45 – UTL - FMV, bomba submersível com circulação de água de 100l/minuto com filtro biológico e físico.



Figura 46 – Filtro físico utilizado nos tanques de 800l.



Figura 47 – Juvenis *O.mykiss* em tanque de 800l.



Figuras 48 – 1ª tentativa de contenção dos juvenis em tanques de 800l com utilização de rede fina losangular.



Figura 49 - 2ª tentativa de contenção dos juvenis em tanques de 800l com rede quadrangular e traves.

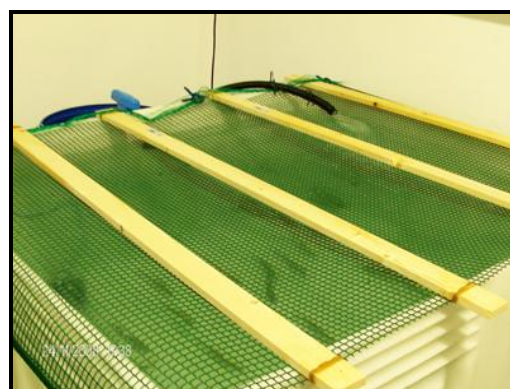


Figura 50 – Resultado final da contenção dos juvenis. Tanque com rede e quadro de madeira.

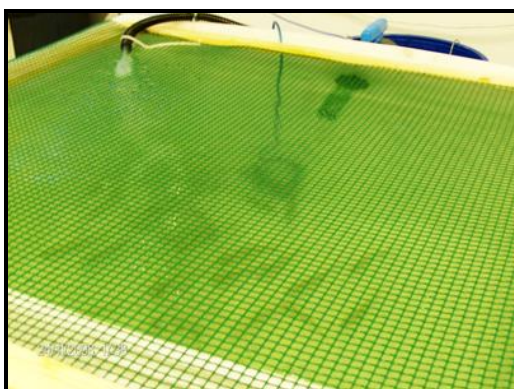


Figura 51 – Redes utilizadas para manejo dos juvenis.



Figura 52 – Termómetro com ventosa e pedra difusora de ar.

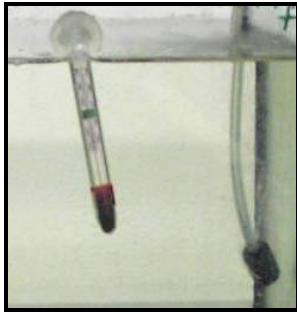


Figura 53 – Tiras reagentes (PH, NO₂, NO₃ GH e KH) para controlo da qualidade de água.



Figura 54 – Kit de medição de O₂ para controlo da qualidade de água.



Figuras 55 e 56 – Preparação dos quatro aquários para as observações de comportamento.



Fig. 55



Fig. 56

Figura 57 – Aquário organizado em seis quadrantes (Q1-Q6), com seis indivíduos e seis esconderijos (tubos) na fase de observações livres.



Figura 58 – Pormenor de quadrante Q6 com juvenis de truta *O. mykiss*.



Figuras 59 – Quadrantes Q4 e Q6 com juvenis de truta, *S. trutta* fario.



Figura 60 – Quadrantes Q4 e Q6 com juvenis de truta, nomeadamente *S. trutta* fario e *O. mykiss*.



Figuras 61 – Juvenil *O. mykiss* em aquário de quarentena com lesões no lábio superior e barbatana dorsal.



Figura 62 – Juvenil *O. mykiss* em aquário de quarentena com lesões no lábio superior e barbatana caudal.



Figuras 63 e 64 – Lesões em barbatanas caudal, anal e dorsais devido a comportamentos agressivos de ataque verificados na fase de observações livres.



Fig. 63



Fig. 64

Figura 65 - Aquário organizado em seis quadrantes (Q1-Q6) após diminuição da densidade populacional para quatro indivíduos e alteração dos esconderijos (quatro placas de marmore e um tubo), para a fase de observações finais.



Figura 66 – Juvenil *S. trutta*.



Figuras 67 – Juvenil *O. mykiss*.



Figuras 68 e 69 – Observação de comportamentos em aquários de grupos uniformes após alimentação de juvenis *S. trutta fario*.



Fig. 68



Fig.69

Figuras 70, 71, 72 e 73 – Observação de comportamentos em aquários de grupos uniformes após alimentação de juvenis *O. mykiss*.



Fig. 70



Fig. 71

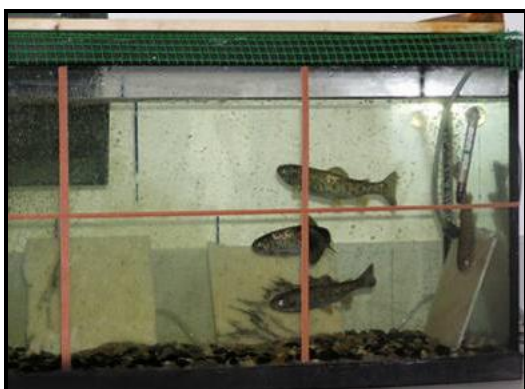


Fig. 72

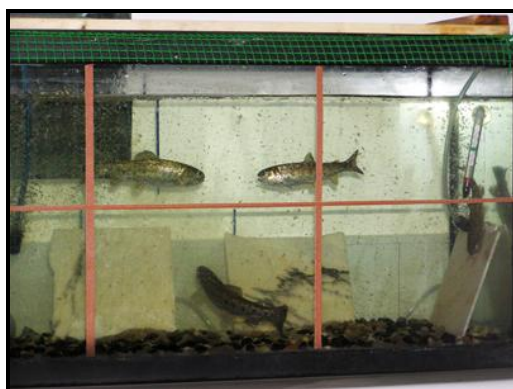


Fig. 73

Figuras 74, 75, 76 e 77 – Observação de aquários com indivíduos dominantes em espaço livre (grupos mistos).



Fig. 74



Fig. 75



Fig. 76



Fig. 77

Figura 78 – Aquário com truta *S. trutta* dominante.

Figura 79 – Aquário com truta *O. mykiss* dominante.



Figuras 80, 81, 82, 83, 84 e 85 – Observações de comportamentos agonísticos idênticos em grupos diferentes. Nomeadamente, comportamentos de ameaça (Fig. 80, 81, 82 e 85), perseguição (Fig. 84) e toque (Fig. 83).



Fig. 80



Fig. 81



Fig. 82



Fig. 83



Fig. 84



Fig.85

Figura 86, 87, 88, 89, 90 e 91 – Observações da utilização dos esconderijos. Nomeadamente o tubo (Fig.86), a PE (Fig.87, 88 e 89) e a PD (Fig.90 e 91).

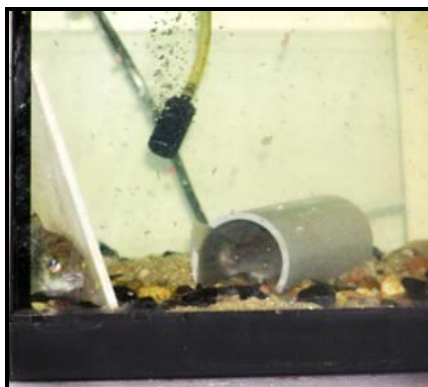


Fig.86



Fig.87



Fig. 88



Fig. 89




Fig. 90



Fig.91

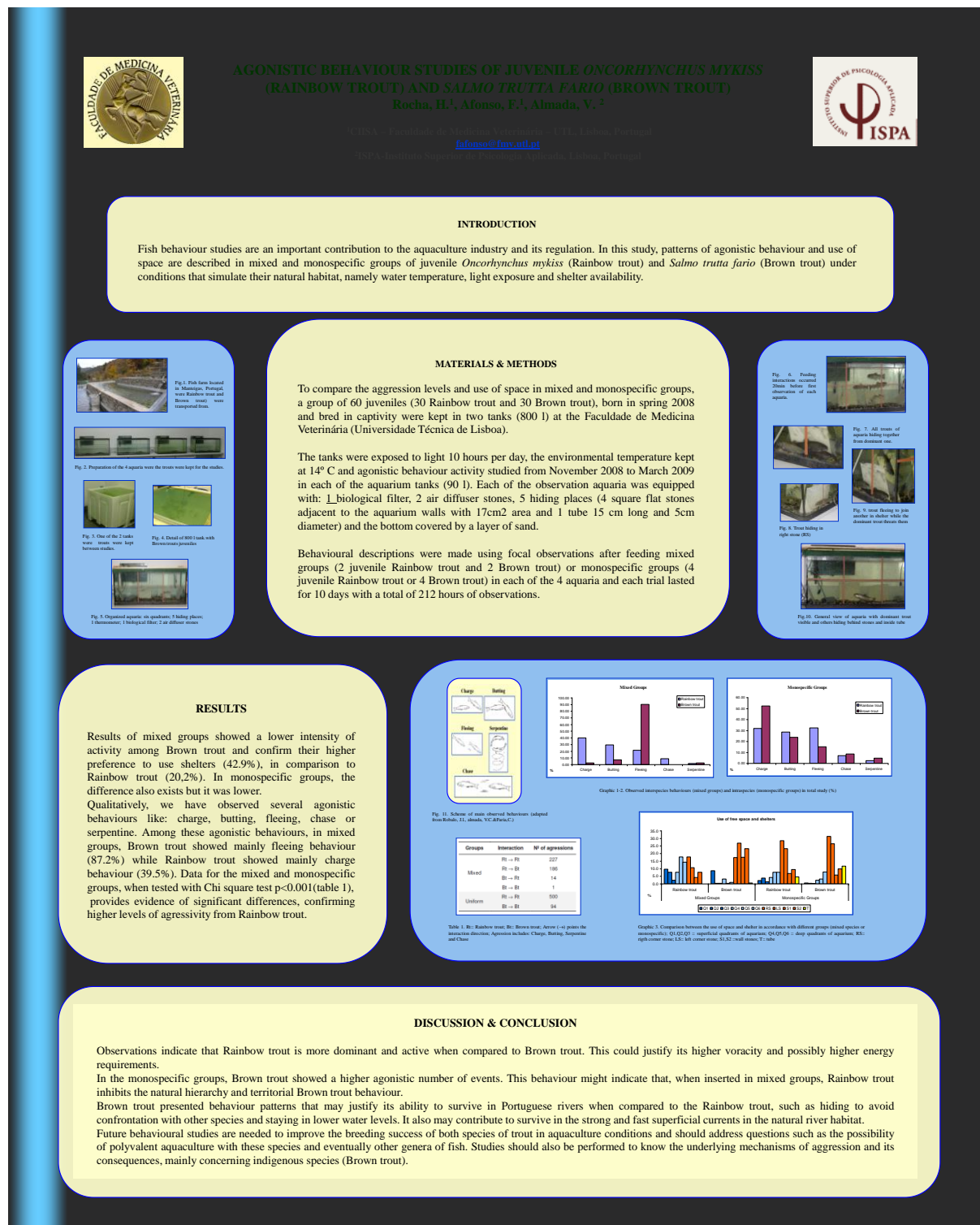
Figura 92 – Template criado para registo de posições das trutas antes/após alimentação e antes/após cada período de observações de 10min.

		<p align="center">UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA</p> <p align="center">FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA</p> <p align="center">Estudo do comportamento agonístico em juvenis de truta."</p>	
		<p>DATA _____</p> <p>AQUÁRIO Nº _____</p>	
INÍCIO		ALIMENTAÇÃO	
1 – AI 1		1 – AI 1	
2 – AI 2		2 – AI 2	
3 – fário 1		3 – fário 1	
4 – fário 2		4 – fário 2	
FÁRIO 2		AI 1	
1 – AI 1		1 – AI 1	
2 – AI 2		2 – AI 2	
3 – fário 1		3 – fário 1	
4 – fário 2		4 – fário 2	
AI 2		FÁRIO 1	
1 – AI 1		1 – AI 1	
2 – AI 2		2 – AI 2	
3 – fário 1		3 – fário 1	
4 – fário 2		4 – fário 2	

2. AQUACULTURE EUROPE 2009, TRONDHEIM, NORWAY

«Aquaculture Europe 2009 - "new research frontiers" novel approaches for evolving needs»,
14 a 17 de Agosto de 2009, Trondheim, Norway.

Figura 93 – Poster apresentado com o título: “Agonistic behavior studies of juvenile *Oncorhynchus mykiss* (Rainbow trout) and *Salmo trutta fario* (Brown trout)”.



3. TRUTICABRIL, CASTELO DE PAIVA, AVEIRO

Agosto de 2009. Visita às instalações de Truticabril - Viveiro de trutas, Lda.

Figuras 94, 95 e 96 – Tanques de juvenis de truta *O.mykiss* em fase de engorda.



Fig. 94



Fig.95



Fig. 96

4. AQUÁRIO VASCO DA GAMA, CRUZ QUEBRADA, DAFUNDO

Novembro e Dezembro de 2008. Trabalho em regime de voluntariado com participação nas actividades de manutenção dos exemplares vivos em exposição, de reserva e reprodução (preparação da alimentação, alimentação, limpeza de aquários, filtros e tanques, montagem de aquários, etc.) sob a orientação dos técnicos profissionais,

Aquário Vasco da Gama

Rua Direita do Dafundo, 1495-718 Cruz Quebrada – Dafundo

Aquário Público

Figura 97 – Aquário de peixes tropicais.



Figura 98 – Aquário de Axolote ou Axolotle (*Ambystoma mexicanum*).



Figura 99 – Refratômetro utilizado para medir a salinidade



Figura 100 – Aquário de quarentena onde se encontram várias espécies como as “cenouras-do-mar” e os “ouriços-do-mar”.

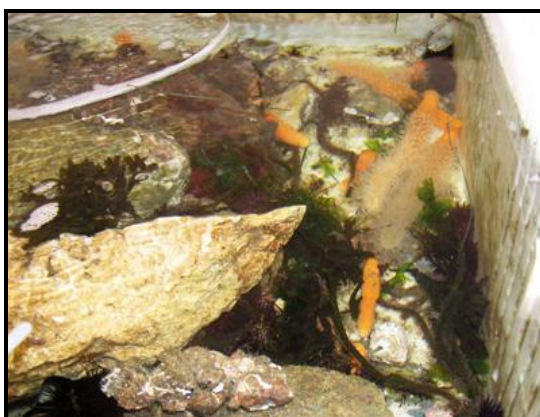


Figura 101 e Tanques de quarentena para peixes.



Figura 102 – Tanques de quarentena para peixes

